

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи
освітнього ступеня "Магістр"

на тему:

**Удосконалення технології вирощування сої з
обґрунтуванням параметрів сівалки**

Виконав: студент факультету за спеціальністю
208 «Агроінженерія»

_____ Черняков Дмитро Сергійович

Керівник: _____ Кобець Анатолій Степанович

Рецензент: _____

Дніпро, 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин
Освітній ступінь: "Магістр"
Спеціальність: 208 "Агроінженерія"

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри тракторів і
сільськогосподарських машин
(назва кафедри)
ДОЦЕНТ
(вчене звання)

_____ (підпис) _____ (прізвище, ініціали)
„_____” _____ 20__ р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

_____ (прізвище, ім'я, по батькові)
1. Тема роботи _____

керівник роботи _____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ _____ ” _____ 20__ року
№ _____

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

5. Перелік демонстраційного матеріалу _____

6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|--------|---|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|-------------------------------|-------------------------------|----------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Студент

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

А Н О Т А Ц І Я

Черняков Д.С. Удосконалення технології вирощування сої з обґрунтуванням параметрів сівалки/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2024. – 70 с.

В роботі представлено характеристики сої, проведено аналіз сучасних технологій вирощування і розроблено технологію вирощування сої для умов і на замовлення ТОВ «Дубрава» Магдалинівського району Дніпропетровської області. Складено технологічну карту вирощування і визначено необхідний комплекс машин зі складанням графіків використання тракторів і сільськогосподарських машин.

Приведено аналіз машин, які застосовуються для сівби сої, характеристику культури, основні елементи агротехніки вирощування сої, запропонована модернізація сівалки СЗ-3,6, яка дозволить покращити якість сівби.

Розроблені заходи з охорони праці можуть бути використані при проведенні інструктажів при вирощуванні сої і підвищать рівень безпеки працівників при виконанні технологічних операцій.

Річний економічний ефект від застосування розробок на практиці становить 406495,5 грн. При цьому зниження затрат праці складає 0,01 люд.год./га.

Ключові слова: соя, сівба, технологія, удосконалення, сівалка СЗ-3,6, параметри, економічний ефект.

З М І С Т

| | |
|--|----|
| В С Т У П. | 6 |
| 1 ХАРАКТЕРИСТИКА КУЛЬТУРИ. | 10 |
| 2 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ В УМОВАХ ГОСПОДАРСТВА. | 16 |
| 2.1 Попередники. | 16 |
| 2.2 Обробіток ґрунту. | 16 |
| 2.3 Внесення добрив. | 17 |
| 2.4 Вибір сорту і підготовка насіння. | 18 |
| 2.5 Сівба. | 18 |
| 2.6 Система захисту та підживлення сої. | 19 |
| 2.7 Збирання врожаю. | 20 |
| 3 АНАЛІЗ МАШИН, ЯКІ ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ ДЛЯ СІВБИ СОЇ. | 22 |
| 4 СХЕМА УДОСКОНАЛЕННЯ СІВАЛКИ СЗ-3,6. | 34 |
| 5 РОЗРАХУНКИ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ УДОСКОНАЛЕНОЇ СІВАЛКИ. | 39 |
| 5.1 Обґрунтування параметрів дискового сошника. | 39 |
| 5.2 Розрахунок рівноваги дискового сошника. | 41 |
| 5.3 Розрахунок пружини механізму регулювання глибини ходу сошника. | 44 |
| 6 ОХОРОНА ПРАЦІ. | 48 |
| 6.1 Організація охорони праці. | 48 |
| 6.2 Експлуатація машин в рослинництві. | 49 |
| 6.3 Охорона праці при вирощуванні сої. | 51 |
| 7 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ. | 54 |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ. | 62 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ. | 63 |
| Д О Д А Т К И. | 65 |

ВСТУП

Соя є основною зернобобовою культурою у світі. Її зерно збалансоване за протеїном і перетравними амінокислотами. У насінні міститься білка 30-55%, жиру – 13-26%, крохмалю – 20-32%, багато калію, фосфору, кальцію, а також вітамінів. Вона має велике продовольче значення. Великий вміст білка і надзвичайно цінна його збалансованість за амінокислотним складом роблять сою чудовим заміником продуктів тваринного походження у харчуванні людини. Соя не має рівних за кількістю виготовлених із неї продуктів. Соевий білок і олію можна знайти у складі понад тисячі харчових продуктів, починаючи від приправ до салатів, соєвого м'яса, хліба і закінчуючи смачними готовими стравами. Із сої виготовляють соуси, молоко, сир, замітники яєчного порошку, кондитерські вироби, ковбаси, консерви тощо.

Вона посідає перше місце у світовому виробництві рослинної олії, яку використовують на харчові цілі і для виробництва промислової продукції: лаку, фарб, мила, пластмаси, клею, штучних волокон. Понад 60% зерна сої переробляється на олію, яка засвоюється організмом на 98%. Вона містить велику кількість ненасичених жирних кислот (лінолевої і ліноленової), які не синтезуються в організмі, однак обов'язково мають надходити з їжею. Вони знижують вміст холестерину в крові, позитивно діють на функціонування мозку, поліпшують зір. Як кормову культуру сою використовують у годівлі тварин у вигляді макухи, соєвого шроту, дерті, молока, білкових концентратів, зеленого корму, сіна, силосу, соломи. Макуху можна застосовувати як універсальний білковий концентрований корм, у 1 кг якого міститься: 1,26 к. о., 354 г перетравного протеїну, 28 г лізину. Якщо до комбікормів додавати 10% соєвого шроту, це значно підвищує продуктивність тварин і зменшує витрату кормів.

Батьківщиною сої вважається Південно-Східна Азія. У Китаї вона відома понад 6 тис. років до н.е. За 4 тис. років до н.е. сою вже вирощували в Кореї, Індії, Японії та інших країнах. Пріоритет відкриття поживних властивостей

цієї культури належить китайцям. У Китаї вона віддавна є заміником м'ясних і молочних продуктів. У Європі сою почали вирощувати лише у XVIII столітті, а в Україні - з 70-х років XIX століття.

Виробляють сою в 75 країнах, найбільшою з яких є Сполучені Штати Америки. У поточному маркетинговому сезоні в цій країні передбачається виробити 91 млн. т бобів, що становить понад третину світового врожаю. До провідних виробників цієї культури належать Бразилія (з обсягом виробництва 72 млн. т), Аргентина (50 млн т), Китай (15 млн т). Ріст виробництва сої пов'язаний з ростом чисельності населення у світі та, відповідно, зростаючим попитом на продовольство, оскільки у країнах з низьким рівнем доходів населення сою використовують як дешевий рослинний білок для харчування людей, а у розвинених країнах - як цінну білкову сировину в годівлі тварин.

За даними USDA, світове споживання сої має тенденцію до зростання. У поточному сезоні попит на цю культуру становив 256 млн. т, що більше, порівняно з минулим сезоном, на 8% та перевищує середньорічний показник за останні 10 років на 21%. Проте, як і в попередні роки, обсяги споживання сої будуть меншими за її виробництво. Це позитивно позначиться на світових кінцевих запасах. Наприкінці поточного сезону вони становитимуть 61 млн. т, що на 4% більше за минулорічний показник.

Збільшення обсягів виробництва вплинуло на активність світової торгівлі. Обсяг експорту очікується на рівні 99 млн. т. У цілому частка експорту сої щодо обсягів споживання становить 39%, що пояснюється значним задоволенням потреб світових споживачів саме соєвими бобами, а не продуктами їхньої переробки, якими є олія та шрот. Структура світового експорту сої розподіляється таким чином: США - 44%, Бразилія - 33, Аргентина - 11, Парагвай - 6, Канада - 3%. На інші країни припадає 3% світового продажу.

В Україні склалися сприятливі кліматичні умови для вирощування сої, тому впродовж 20 років посівні площі та валовий збір цієї культури збільши-

лись у 12 та 17 разів, відповідно. Тенденція до розширення площі та виробництва сої збереглася й останніми роками. За обсягами виробництва сої Україна вийшла на провідні позиції серед країн європейського простору.

З початком широкомасштабної війни суттєво зменшилися посівні площі, як ярих, так і озимих культур. За основними групами культур скорочення сягнуло 30-40%. Сюди входить, як кукурудза, так і пшениця чи соняшник. Причина – висока затратна частина і низькі ціни на продукцію. А от культури, під якими площі збільшилися – це ріпак і соя, яка менш вибаглива і, головне, не потребує такої великої кількості добрив [1, 2, 3]. В передвоєнний 2021 р. соєю було засіяно 1,28 млн га української землі. За даними Держслужби статистики врожайність цієї сільськогосподарської культури була 26,8 ц/га.

Суттєве зростання посівних площ і валових зборів сої свідчить про її надзвичайно важливу роль в аграрному комплексі України.

По-перше, це високорентабельна культура. За дотримання рекомендованих технологій вирощування та проведення агротехнічних заходів цілком реальна врожайність від 2,5 т/га і вище. Враховуючи витрати на 1 га - близько 4,1-4,3 тис. грн., середню ціну реалізації - 3,5 тис. грн/т, рентабельність виробництва сої становить понад 100%. Такий рівень рентабельності дає змогу повернути витрачені на вирощування культури кошти та додатково отримати 1 гривню на кожную гривню, вкладену у її виробництво. Відтак, враховуючи стабільний попит на цю культуру в світі та Україні, зокрема, економічні результати її вирощування у вітчизняних господарствах не будуть нижчими за показники попередніх років.

По-друге, соя – один із кращих попередників у сівозмінах' сільськогосподарських культур. Вона сприяє накопиченню азоту, поліпшенню структури й родючості ґрунту, очищає поле від бур'янів. Рослини цієї культури здатні використовувати малодоступні важкорозчинні поживні речовини з нижніх шарів ґрунту і включають їх у кругообіг живлення. У середньому на 1 га вона залишає азоту близько 60-80 кг/га, фосфору - 20-25 і калію - 30-40 кг/га. Тому

доцільним є впровадження цієї культури в короткоротаційні сівозміни, зокрема соя - кукурудза - соя, соя - пшениця - соя тощо.

По-третє, це - незамінна культура в кормовиробництві, зокрема в свинарстві. За сучасними технологіями утримання із запровадженням у годівлі свиней соєвого шроту конверсія корму становить до 2,6-3,0 кг, середньодобові прирости зростають до 750-800 г, при цьому собівартість продукції становить 8-10 грн/кг, що відповідає середньоєвропейським показникам. За нинішніх умов потреби України в соєвому шроті забезпечені лише на 25%, що й веде до середньодобових приростів у свинарстві лише до 376 г, конверсії корму - 5-10 кг, собівартості приросту живої маси - 14-20 грн./кг за закупівельних цін 12-16 грн. за кілограм.

Якщо за якісними показниками соя відповідає вимогам світового ринку, то рівень технологічного процесу поступається провідним країнам - виробникам зерна. Тому запровадження у господарській діяльності нових, більш адаптованих до умов вирощування, сортів, сучасних засобів захисту рослин, мікродобрив, енергоощадної техніки тощо має становити основу виробництва сої. Запровадження таких заходів сприятиме підтримці вітчизняного тваринництва, птахівництва та формуванню експортного потенціалу сої та продуктів її переробки.

Мета дипломної роботи – удосконалення технології вирощування сої для умов ТОВ «Дубрава» Магдалинівської територіальної громади Дніпропетровської області з обґрунтуванням параметрів сівалки.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА КУЛЬТУРИ

Господарське значення. За посівними площами і валовими зборами зерна соя (*Glycine hispida* Maxim) є головною зерновою бобовою культурою світу. Вирощують її більше 40 країн на загальній площі понад 50 млн га. Таке велике поширення сої пояснюється універсальністю її використання як важливої продовольчої, технічної і кормової культури. Зумовлено це винятково сприятливим поєднанням у насінні органічних і мінеральних речовин.

За хімічним складом насіння сої є унікальним. Воно містить у середньому 39 % (33 - 52 %) білків, 20 % (14 - 25 %) напіввисихаючої олії, 24 % вуглеводів, 5 % зольних елементів (з переважним вмістом калію, фосфору і кальцію), а також потрібні для організму людини і тварин різні ферменти, вітаміни (А, В, С, D, Е) та інші важливі органічні й неорганічні речовини.

Висока цінність сої визначається насамперед великим вмістом повноцінного білка, який за амінокислотним складом наближається до білків тваринного походження і добре засвоюється людиною і тваринами.

Має значення також те, що головний протеїн сої — гліцидин здатний при закисанні згортатися, що дає змогу виготовляти з насіння і бобів велику кількість різноманітних продуктів харчування. Причому медичною наукою встановлено, що в продуктах харчування із сої є антисклеротичні речовини, що особливо важливо для людей старшого і похилого віку.

З насіння сої виготовляють соуси, молоко, сир, котлети, кондитерські вироби, ковбаси, харчове борошно, сурогати кави та ін. В їжу використовують також незрілі боби у вареному й консервованому вигляді.

Соя – важлива технічна культура. Вона займає перше місце у світовому виробництві харчової рослинної олії, яку використовують у їжу і яка є сировиною для виробництва вищих сортів столового маргарину, лецитину.

Соева олія широко використовується також у миловарній та лакофарбовій промисловості. Із білків сої виробляють пластмаси, клей та інші вироби.

Як кормову культуру сою використовують на зелений корм, сінаж, для виробництва трав'яного борошна, на силос (в сумішах з кукурудзою), монокорм. Поживність соєвих кормів досить висока. Наприклад, у 100 кг її зеленої маси міститься 21 корм. од. та 3,5 кг перетравного протеїну; в 100 кг кукурудзяно-соєвого силосу – відповідно 26 і 2,9 кг.

Цінними концентрованими кормами є соєва макуха із вмістом до 47 % і шрот, який містить понад 45 % білка. За амінокислотним складом вони не поступаються м'ясному й рибному борошну. Задовільним кормом (для овець, кіз) є полова й солома сої. Соя збагачує ґрунт на азот, тому, як і інші бобові культури, є цінним попередником для різних сільськогосподарських культур.

Походження та поширення. Соя – одна з давніх культур. Встановлено, що в країнах Південно-Східної Азії (Китай, Корея, Індія, Японія) вона була відома як землеробська культура за 4 тис. років до н. е. У Європі з'явилася наприкінці XVIII ст.

Серед країн світу найбільші посівні площі сої у США – понад 25 млн га та КНР – до 10 млн га. Великі посівні площі вона займає також у Бразилії, Японії, В'єтнамі, країнах Північної Африки, Австралії. У країнах СНД сою вирощують на площі 900 тис. га. Відносно сприятливі умови для її вирощування також на Північному Кавказі, в Закавказзі, Лісостепу України, Молдові, Середній Азії (при зрошенні).

Морфобіологічні та екологічні особливості. Ботанічний рід сої *Glycine* об'єднує більш як 40 видів, з яких половина росте в країнах тропічної Африки. Виробниче значення і поширення має вид сої культурної *G. hispida* L., у якого є 6 підвидів. В Україні поширений слов'янський підвид — *ssp. Slovonica* Kov. Ef Pinz. Культурна соя — це однорічна самозапильна трав'яниста рослина з гіллястим стеблом заввишки до 1 м і більше (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 - Будова рослини (а) і бобів (б) сої

Стрижнева коренева система. Головний корінь грубий, відносно короткий, бічні корінці у більшості тонкі, довгі, проникають у ґрунт на глибину до 2 м. Висота стебла коливається від 20 см до 2 м. У сортів, поширених в Україні, – від 40 см до 1 м. Воно або грубе і товсте (діаметром завбільшки 11–13 мм) або ніжне і тонке (3 – 4 мм), прямостояче чи сланке, іноді витке, злегка колінчасто-зігнуте, добре гілкується. Бічні гілки завдовжки до 10 – 18 см, відхиляються від стебла під різним кутом і утворюють з 5 – 10 гілок різної форми кущ – розлогий, напіврозлогий або стиснутий. Стебло і гілки вкриті білими, бурими, жовтими волосками. При досяганні стебло жовтіє, становиться буро-жовтим чи рудим.

Листочки – трійчасті (іноді на черешку утворюється до п'яти листочків), з малими прилистками, розміщені почергово, за винятком двох перших примордіальних, які є простими і розміщуються супротивно. Мають різну форму – широкояйцеподібну, овальну, ромбічну, клиноподібну з тупими або загостреними верхівками; опушені, включаючи прилистки, волосками білого, сірого або бурого кольору, завдовжки 15-16, завширшки 3-10 см. У більшості

сортів листки при досяганні рослин опадають, що полегшує механізоване збирання врожаю.

Квітки малі, мають п'ятизубчасту зелену чашечку та п'ятипелюстковий віночок білого або фіолетового кольору, маточку з верхньою зав'яззю та 10 тичинок - 9 зрослих і одну вільна. Розміщуються квітки у пазухах листків на квітконіжках, утворюючи суцвіття-китиці (грона), які можуть бути короткими, малоквітковими – з 2–4 квітками або довгими, багатоквітковими – з 10-20 квітками і більше.

Плоди – боби, за формою – прямі, мечеподібні, злегка зігнуті, шабле- або серпоподібні, плоскі чи опуклі, з гладенькими або чоткоподібними стулками. Мають світлий, коричневий чи бурий окрас, з рудуватим опушенням, завдовжки 3-7 см і завширшки 0,5-1,5 см. Вміст 1-4 насінин.

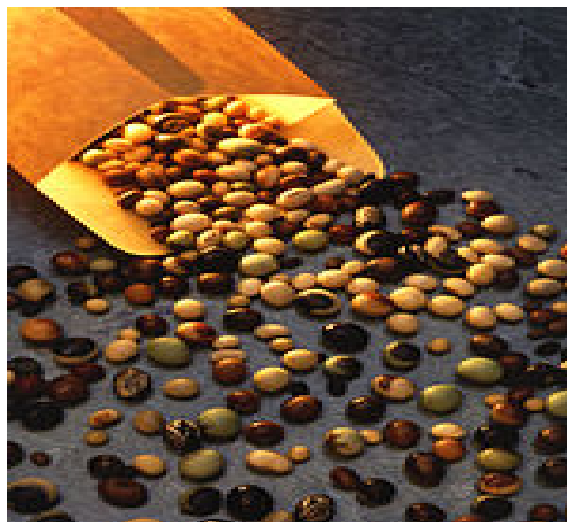


Рисунок 1.2 - Різноманіття насіння сої

Насіння має найрізноманітніший габітус:

- округле, овальне, округло-овальне, овально-видовжене, плоске або опукле;
- велике, середнє чи дрібне;
- жовте, зелене, коричневе, чорне, жовте, з коричневою пігментацією;
- з насінневим рубчиком світлого, сірого або темно-коричневого кольору.

Маса 1000 (m^{1000}) насінин – 50-400 г. Коли насіння проростає, сім'ядолі виносяться на поверхню ґрунту.

Соя – теплолюбна культура. Насіння її починає проростати при температурі ґрунту 8-10 °С, а дружні сходи з'являються при 15 - 18 °С. Висока вибагливість сої до тепла спостерігається упродовж усього періоду вегетації, особливо під час цвітіння і наливання зерна. Сприятливою середньодобовою температурою для росту й розвитку сої протягом вегетації є 18 - 22 °С, а при цвітінні-наливанні насіння 22-25 °С. Проте в молодому віці соя відносно непогано витримує низькі температури. Сходи її практично не пошкоджуються заморозками мінус 2 – 3 °С, а іноді (при низькій відносній вологості повітря) навіть витримують зниження температури до мінус 5 °С.

Вимоги до вологи у сої у різні періоди росту неоднакові. Наприклад, при проростанні насіння, яке поглинає не менше 130 – 160 % води від власної маси, потрібний значний запас вологи в ґрунті – близько 30 мм в шарі 0 – 20 см. На початку вегетації, коли соя в основному вкорінюється, а темпи росту її вегетативної маси сповільнені, рослини до цвітіння добре витримують посуху. З посиленням росту вегетативної маси потреби сої у волозі збільшуються, досягаючи максимуму під час цвітіння і розвитку плодів. Через нестачу вологи в цей час обпадає частина квіток, молодих пагонів. Транспіраційний коефіцієнт сої у середньому становить 520. Тому високий урожай вона дає при вологості ґрунту 75 – 80 % НВ, добре витримуючи повітряну посуху. Загальне споживання води посівами сої коливається залежно від місця та умов вирощування в межах 3000 - 5500 м³/га, а коефіцієнт водоспоживання – 150 - 300 м³ на 1 ц зерна.

Найкращі ґрунти для сої – достатньо родючі, багаті на органічну речовину і кальцій, з нейтральною реакцією ґрунтового розчину (рН 6,5-7) та добре аеровані, з щільністю 1,1- 1,25 г/см³. Кислі, засолені, схильні до заболочення ґрунти без відповідного їх поліпшення непридатні для вирощування сої. Не витримує вона тривалого затоплення (більше трьох діб).

Соя – рослина короткого дня. Тривалість вегетаційного періоду залежно від сорту й району вирощування коливається від 90 – 100 до 150 – 170 днів. В Україні районовані сорти дозрівають за 115 – 140 днів. У розвитку сої виділяють три періоди: перший (I – II етапи органогенезу) – формування вегетативних органів (коренів, стебел, листя); другий (III – VIII етапи) – утворення генеративних органів і третій (IX – XII етапи) – дозрівання плодів і насіння.

Сорти. В Україні районовано багато сортів сої, зокрема: Аметист, Київська 27, Бистриця 2, Деймос, Іванка, Ізумрудна, Київська 91, Медея, Пальміра, Подільська 1, Романтика, Сонячна, Хаджибей, Чарівниця степу, Вустя, Оксана та ін. Сортовий склад сої весь час поповнюється і змінюється.

2 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ В УМОВАХ ГОСПОДАРСТВА

2.1 Попередники

Необхідно врахувати, що на перших етапах росту сої сильно розвивається коренева система, а ріст рослин сповільнений. Це зумовлює її низьку конкурентоспроможність у боротьбі з бур'янами. Можна сою посіяти під гербіцид саме з метою очистити поле від дводольних та однодольних бур'янів. Найкращі попередники для сої це зернові та кукурудза. Також попередниками можуть бути картопля, цукровий буряк чи інші. Не рекомендують сіяти сою на місці багатолітніх бобових трав, хрестоцвітих, а також зернобобових культур. Не змінювати місце посіву соєвого насіння можна впродовж близько 3 років.

У свою чергу соя, як бобова культура, є чудовим попередником для всіх культур сівозміни. Залишаючи в ґрунті після збирання добре розвинену кореневу систему з бульбочковими бактеріями, вона сприяє накопиченню азоту (60-80 кг/га), поліпшення структури і родючості ґрунту. Соя використовує важко розчинні поживні речовини з нижніх шарів ґрунту і включає їх в кругообіг живлення наступних культур. У стандартній ситуації на 1 га вона залишає після себе у полі близько 40-80 кг азоту, 20-25 кг фосфору і 30-40 кг калію.

2.2 Обробіток ґрунту

Після зернових попередників поле луцять дисковими луцильниками на глибину 6–8 см. Своєчасне луцення - ефективний захід у боротьбі з однорічними бур'янами і забезпечує збереження післязбиральної вологи ґрунту, що дуже важливо в Умовах Півдня, Сходу і Центру України (виключенням може бути збирання зернових комбайном з мульчерозкидачем).

Глибина зяблевої оранки під сою 20-25 см. Глибока оранка сприяє розвитку кореневої системи та збільшує кількість бульбочкових бактерій.

Для зняття плужної підошви зазвичай проводиться глибоке розпушення до 40 см один раз на 4–5 років, а між цими роками розпушування для сої здійснюється на 25 см. На землях, де переважає легкий за складом ґрунт, розпушення проводять на глибину до 30 см щороку через його ущільнення. Комбінований обробіток ґрунту дає змогу економити витрати палива і часу завдяки суміщенню операцій і не обов'язковому щорічному глибокому обробітку.

Від початку весняного обробітку ґрунту до посіву в середньому термін складає 30-40 днів, що дає можливість якісно підготувати ґрунт і провести боротьбу з бур'янами за допомогою первинних агротехнічних заходів.

Навесні, як тільки ґрунт досягає фізичної стиглості, закривають вологу шляхом боронування важкими боронами. Передпосівний обробіток ґрунту здійснюють на глибину посіву. Висока якість підготовки ґрунту забезпечують комбіновані агрегати Комбінатор, Компактор, Європак. Вони добре вирівнюють поле, що дуже важливо при збиранні врожаю. Так як боби розміщуються на надто високо над землею, в середньому 14-17 см, і при скошуванні застосовують низький зріз рослини сої. На погано вирівняному полі низько скосити буде дуже проблематично і частина бобів може залишатися на стеблах незібраними. А це втрата врожаю і грошей.

2.3 Внесення добрив

Норми мінеральних добрив для сої під раундап встановлюють залежно від вмісту поживних речовин у ґрунті та рівня запланованого врожаю тощо. Фосфорні і калійні добрива ($P_{45-60}K_{45-60}$), такі наприклад як «Екоплант» вносять під зяблеву оранку. Азотні добрива, як правило, при дотриманні вимог агротехніки не застосовують. Стартову дозу азоту (N_{20-30}) дають під культивування на бідних ґрунтах та після гірших не удобрених попередників. Для формування врожаю 2,5 т насіння з гектара соя виносить з ґрунту 124 кг азоту, 22 кг фосфору, 102 кг калію, 34 кг кальцію, 23 кг сірки, 191 г цинку, 18 кг магнію, 207 г марганцю, 865 р заліза і 75 г міді [4]. Для планування більш

багатих врожаїв рекомендуємо підібрати для конкретних умов відповідну формулу. При цьому особливу увагу слід приділяти кальцію, так як у рослин при його дефіциті виникає утруднення засвоєння азоту, тому потрібно приділити кальцію, оскільки його нестача призводить до зменшення врожаю і вмісту білка в бобах. Особливо це стосується в тих умовах, де ступінь насичення ґрунту кальцієм досить низький.

2.4 Вибір сорту і підготовка насіння

При виборі сорту сої при вирощуванні з використанням гербіциду, ми рекомендуємо брати насіння сортів, стійких до глифосату. Показники чистоти посівного матеріалу повинні бути не менше 97%, схожість і енергія проростання від 90%. Для степової зони найкраще підходять сорти пізньостиглі та середньостиглі (Хайстар, Озборн, Аполло та ін).

Перед посівом насіння сої необхідно обробити бактеріальними бактеріями-інокулянтами, які будуть стимулювати фіксацію азоту з повітря і ґрунту. Приріст урожаю зерна сої від інокулянтів складає 3-4 ц/га.

Також для захисту від хвороб зерно сої, рекомендуємо опрацювати їх фунгіцидом, наприклад Ультрафит – унікальний біо-препарат, створений Інститутом Мікробіології УААН. Його бактерії працюють і як інокулят і як фунгіцид. При ймовірності ураження ґрунтовими шкідниками також слід скористатися системними інсектицидами.

Для стимуляції проростання зерна сої та підтримки рослини на першому етапі вегетації слід використовувати обробку насіння гуматом калію.

Витрата препаратів: 1-2 л Ультрафит + 1 Гумату Калію + 6-8 л води. Дуже важливо обробляти цією робочою рідиною безпосередньо перед самим посівом. Інакше якщо обробити навіть за день раніше, бактерії можуть почати активне розмноження і насіння злипнеться.

2.5 Сівба

В Україні практикують технологію посіву сої суцільним способом з

шириною міжрядь близько 15 см. Рекомендована густина посіву становить 900–1000 тис. штук на гектар. Вагова норма коливається у межах 120-140 кг/га. Соя при цьому не галузиться, швидше росте і дозріває, що важливо для північних областей. Посіви із звуженими міжряддями і суцільні малі забезпечують середню врожайність 28-35 ц/га, що дає результат на 2-3 ц/га більше, ніж при широкорядних посівах. Взагалі використання широкорядних посівів у всіх культурах має сенс якщо в подальшому планується проводитися прополка.

У зв'язку з тим, що під час проростання соя виносить сім'ядолі на поверхню ґрунту, вона вельми чутлива до глибини загортання насіння. Оптимальна глибина загортання насіння 4-5 см. На важких запливаючих ґрунтах, в умовах достатнього зволоження сіють на глибину 3-4 см. В умовах недостатнього зволоження глибше 5-6 см. Зазвичай сою сіють сівалками СЗ–3,6 або спеціальними соєвими сівалками УПС-12.

Сою варто сіяти наприкінці квітня – на початку травня. Оптимальна температура ґрунту – 10–15 °С. Нижчі температури діють згубно на насіння, і воно може просто не прорости. Пізньостиглі сорти сої висівають першими, потім середньо- та ранньостиглі. У роки з ранньою весною сіють раніше, як тільки ґрунт прогріється до оптимальної температури.

При дуже ранньому посіві в холодний ґрунт сходи затримуються, знижується польова схожість насіння, пошкоджується шкідниками та хворобами, урожай зерна зменшується.

2.6 Система захисту та підживлення сої

Одразу ж після сівби поле коткують для поліпшення умов проростання насіння і підвищення польової схожості. А відразу після сходів рекомендується обробити сою гуматом калію (1–2 л Гумату + 3–4 кг карбаміду на 200–300 л води на га).

У фазі 3–6 справжніх листків посіви сої обприскують баковою сумішшю

(1,5 л гербіциду Раундап + 1 л Гумат Калію для зняття стресу). Після цього через кілька днів проводимо обробку 1 л гумату калію + 5 літрів інсектно-фунгіцидного біо-препарату Гаусин + 3-4 кг карбаміду на 200-300 л води на га.

При великій кількості бур'янів проводимо до змикання рядків другу обробку глифосатом (1,5 л гербіцид Раундап + 1 л Гумат Калію для зняття стресу).

У період масової бутонізації – комплексне Мікродобриво ЛФ-Бобові + 1 літр Мірокудобрения Бор з Молібденом + 5 літрів інсектно-фунгіцидного біо-препарату Гаусин + 3–4 кг карбаміду на 200–300 л води на га. Бор застосовувати обов'язково, оскільки він допомагає сформувати зав'язь стрючка на 15–25% квіток більше ніж без застосування.

В період цвітіння зазвичай роботи не проводяться.

На етапі формування бобів – 1-2 л гумату калію+ 3-4 кг карбаміду на 200-300 л води на га + при необхідності 2-3 літра інсектно-фунгіцидного біо-препарату Ультрафит (р). У разі якщо соя страждає від високих температур і посухи то для зняття стресу від спеки рекомендується застосовувати препарат Біо-Кремній + Гумат Калію.

Для захисту від шкідників (плодожерка, кліщі, трипси, совка, огнівка, попелиця) застосовують системні інсектициди за необхідності.

2.7 Збирання врожаю

Основною ознакою повної стиглості є опадання листя, підсихання і побуріння стебел і бобів, відділення насіння від їх стулок, зниження вологості до 14-16%.

Основний спосіб збирання – пряме комбайнування на низькому зрізі (4-6 см). Щоб прискорити дозрівання пізньостиглих сортів, а в холодні роки – і середньостиглих, застосовують десиканти. Сою обприскують у фазі початку побуріння бобів нижнього і середнього ярусів за 6–7 днів до збирання. Десикація дає можливість на 10–12 днів раніше почати збирання зерна і

зменшити втрати врожаю при збиранні. Для зменшення подрібнення насіння, обороти барабана знижують до $550\text{--}650 \text{ хв}^{-1}$ при вологості більше 14% і до $400\text{--}500$ – при меншій вологості.

Зерно після збирання негайно очищають і просушують. Вологість насіння сої при зберіганні повинна становити 10-14%.

3 АНАЛІЗ МАШИН, ЯКІ ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ ДЛЯ СІВБИ СОЇ

Наразі основною зернотуковою сівалкою в господарствах України є СЗ-3,6А із захватом 3,6 м, яку виробляє ВАТ “Червона Зірка” (Кіровоград). Така ширина захвату сівалки зберігається з 30-х років минулого століття. Трактор МТЗ-82 під час сівби зернових сівалкою СЗ-3,6А на швидкості 9,7–10,4 км/год використовує лише 30–50% тягового зусилля, а на швидкості 11,3–12,3 км/год – 40–55%. Щоб повніше завантажити двигун трактора типу МТЗ, це підприємство випускає зернотукову сівалку СЗ-5,4 із захватом 5,4 м, основні вузли й деталі якої уніфіковані з СЗ-3,6А. Сівалки СЗ-3,6А і СЗ-5,4 призначені для рядкової сівби насіння зернових культур (пшениця, жито, ячмінь, овес), зернобобових (горох, квасоля, соя, сочевиця, боби, чина, нут, люпин), насіння інших культур, близьких до зернових за розмірами насіння і нормами висіву (гречка, просо, сорго тощо) з одночасним внесенням у рядки гранульованих мінеральних добрив. Сівалка СЗ-5,4 завантажує двигун трактора МТЗ-80 до 80% його потужності, дає змогу підвищити продуктивність праці не лише сівалки, а й економити паливно-мастильні матеріали. Сівалки СЗ-3,6-05 і СЗ-3,6-06 різняться з іншими модифікаціями конструкцією рами, сниць, поводків. Для сівби рису сівалка СЗ-3,6А може бути обладнана пристроєм СЗГ 06.000 за сівби на легких ґрунтах і СУК 02.000А – за сівби на важких ґрунтах. Як видно, вітчизняні зернотукові сівалки СЗ-3,6А та СЗ-5,4 є універсальними. Вони здатні висівати насіння різних культур із нормою від 10 до 400 кг/га на глибину 3–8 см за швидкості руху 9,5–13 км/год. з одночасним внесенням у рядки 50–250 кг/га мінеральних добрив. На окреме замовлення мінімальна норма висіву насіння може бути зменшена до 5 кг/га. Ці сівалки успішно конкурують із закордонними за якістю сівби, глибиною загортання та нормами висівання. Проте поки що програють іноземним фірмам за дизайном і надійністю. Щодо співвідношення якість/ціна, українські зернотукові сівалки вдвічі-втричі

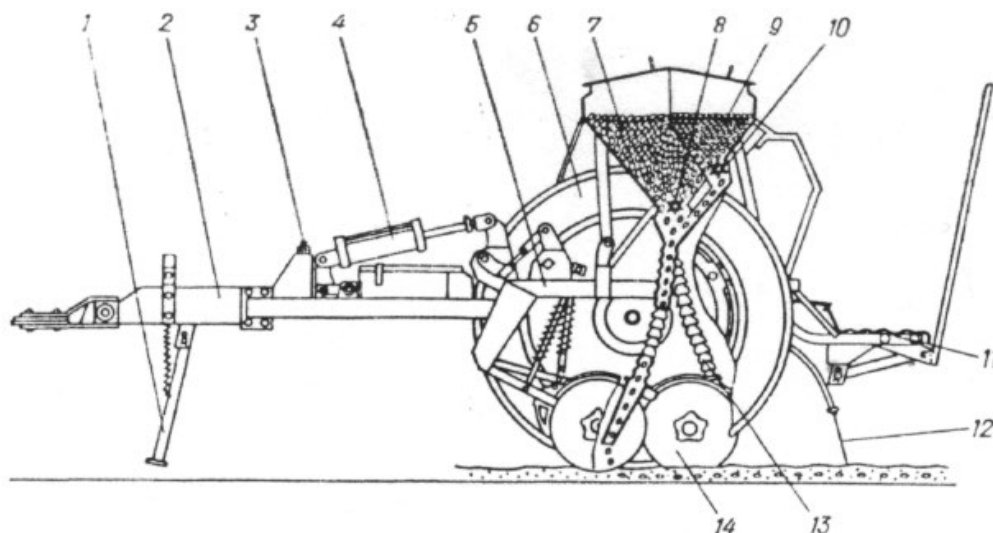


Рисунок 3.1 - Конструктивно-технологічна схема сівалки СЗ-3,6:

1-підніжка; 2-сниця; 3-гвинт регулювання глибини ходу сошників;
4-гідроциліндр; 5-рама; 6-колесо; 7-ящик насіння; 8-висівні апарати сівалки;
9-ящик туків; 10-висівні апарати туків; 11-підніжна дошка; 12-загортачі; 13 -
насінепроводи; 14-сошник

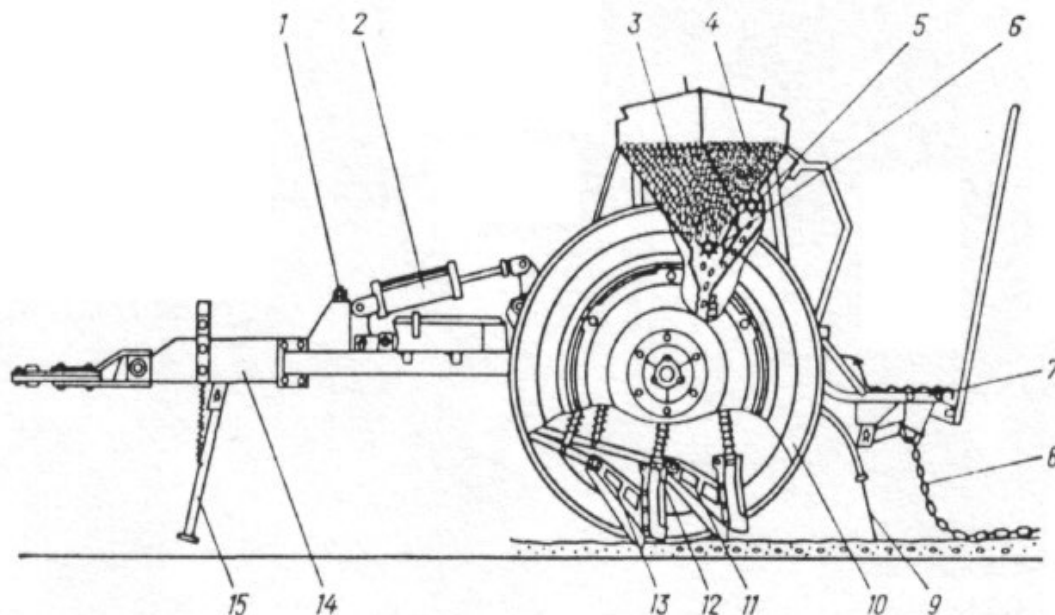


Рисунок 3.2 - Конструктивно-технологічна схема сівалки СЗА-3,6:

1-гвинт регулювання глибини ходу сошників; 2-гідроциліндр; 3 -
ящик насіння; 4 - ящик для туків; 5- висівні апарати туків; 6 - зернові
висівні апарати; 7-підніжка; 8-ланцюговий шлейф; 9- загортачі; 10-колесо;
11- задній сошник; 12 - насіннепровід; 13 - сошник передній; 14 - сниця

дешевші, порівняно із закордонними аналогами. Заводська ціна сівалок типу СЗ-3,6А змінюється в межах 13–15 тис. грн., а СЗ-5,4 – від 26 до 33 тис. грн., залежно від комплектації. Дискові сошники для однострічкової сівби у заводському виконанні незадовільно утворюють насінневе ложе. Для утворення стабільного ущільнення ложа кожний такий сошник доцільно обладнати полозом трикутної форми конструкції ННЦ “ІМЕСГ”, на якому розміщено сошник. Під час роботи такого полоза диски сошника не обертаються. У разі потреби можна виключити з роботи, закріпивши його на поводку сошника. В ешелонованих агрегатах із сівалок СЗ-3,6А та СЗ-5,4 важко витримати стабільність стикових міжрядь, і на полях із нерівним рельєфом з’являються огріхи. Щоб огріхів не було, сівалки СЗ-3,6А та СЗ-5,4 доцільно приєднувати до зчіпки з перекриттям 30 см. Таких самих приблизно перекриттів дотримують під час водіння агрегатів між суміжними проходами. При цьому близько 8% площі засівають подвійною нормою насіння і туків. Як наслідок, маємо перевитрату посівного матеріалу і загущені посіви у зонах перекриття рядків. Така вада усувається встановленням дільника потоку на воронках висівних апаратів, що по краях сівалки, конструкції ННЦ “ІМЕСГ”. Сусідні апарати відключаються перекриттям їх приймальних вікон заслінками. Завдяки встановленню дільників, крайні висівні апарати обслуговують по два сошники, подаючи в них половинну норму висіву насіння і туків. Тому в зоні перекриття отримуємо в сумі таку саму норму висіву, як і на всьому засіяному полі. Ешелоновані агрегати із сівалок СЗ-3,6А на базі зчіпок громіздкі, мають низьку маневреність. Тому в господарствах із великими площами земель застосовують беззчіпкові трисівалкові агрегати. Щоб скласти такий агрегат, слід підсилити причіпний пристрій середньої сівалки, закріпити на її рамі хомутами й за допомогою розтяжок брус завдовжки 7,5 м і до кінця цього бруса приєднати дві крайні сівалки. Ще компактніший агрегат буде із розміщенням крайніх сівалок по боках трактора. Переобладнані агрегати з трьох сівалок СЗ-3,6А маневреніші, добре утримують прямолінійність руху, мають на 7–12% менший тяговий опір.

Стандартні дводискові сошники для однострічкової сівби з міжряддям 15 см можна використовувати в усіх зонах України. Дводискові сошники для двострічкової сівби із середньою шириною міжрядь 7,5 см більш придатні для Лісостепу і Полісся України. Однодискові сошники можуть бути використані на сівбі зернових, підсіванні трав, зрідженої озимини та на підживленні їх азотними добривами під час догляду за посівами. Використання однодискових сошників замість дводискових для однострічкової сівби дає можливість зменшити масу сівалки пересічно на 140 кг. Наральникові сошники краще, ніж дискові, створюють ущільнене насінневе ложе. Такі сошники доцільно використовувати на добре оброблених ґрунтах, не засмічених бур'янами. Для поліпшення якості загортання насіння сошники доцільно обладнати двома відбивачами у вигляді пластинок, які спрямовують насіння під полоз наральника. Дводискові сошники для двострічкової сівби сівалок СЗ-3,6А-04 та СЗ-5,4-04 забиваються під час роботи в екстремальних умовах (підвищена вологість ґрунту, наявність великої кількості пожнивних решток, брилиста поверхня). Поліпшити прохідність дводискових сошників для двострічкової сівби можна завдяки зменшенню кількості їх на сівалці (табл. 3.2). На сівалці СЗ-3,6А зазор між дисками сошника змінюється в межах 100–120 мм, а у СЗ-3,6А-04 з 24 сошниками — в межах 40–55 мм, що спричиняє їх забивання під час роботи в екстремальних умовах. ВАТ “Червона Зірка” виготовляє також зернотукову сівалку СЗ-10,8, яка замінює три сівалки СЗ-3,6А із зчіпкою СП-11А. Висівні апарати й сошники уніфіковані з сівалкою СЗ-3,6А. Продуктивність дорівнює 9,5–13 га/год за швидкості 9–12 км/год. Працює

Таблиця 3.1 - Сівалка соєва навісна ССН-5,8 Д

| Модель | ССН-5.8Д | ССН-5.8Д-01 | ССН-5.8Д-02 |
|---------------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|
| Продуктивність, га/год | 4,1—5,85 | 4,9 — 7,0 | 3,81—5,45 |
| Робоча швидкість, км/год | 7 — 10 | 7 — 10 | 7 — 10 |
| Робоча ширина захвату, м | 5,85 | 7,0 | 5,45 |
| Норма висіву насіння кукурудзи, кг/га | 10 — 152 | 10 — 152 | 10 — 152 |
| Норма висіву насіння сої, кг/га | 17 — 420 | 13 — 280 | 17 — 400 |
| Норма внесення добрив, кг/га | 70 — 250 | 45 — 170 | 60 — 225 |
| Маса, кг | 1500.00 | 1360.00 | 1420.00 |

вона з тракторами класу 3 т.с. У транспортному положенні ширина сівалки дорівнює 3,8 м. У робочому положенні зернотукові сівалки розміщені в один ряд, що дає змогу економити час на завантаження



Рисунок 3.1 - Сівалка навісна механічна М

Таблиця 3.2 - Характеристики сівалки механічної М

| Модель | М250 | М300 | М400 |
|--|---------|---------|---------|
| Робоча ширина, мм | 2480.00 | 2980.00 | 3980.00 |
| Кількість рядків, шт. | 17-21 | 21-25 | 27-33 |
| Місткість бункеру, л | 405.00 | 505.00 | 705.00 |
| Маса, кг | 495.00 | 553.00 | 750.00 |
| Необхідна потужність енергоносія, кВт | 36.00 | 44.00 | 59.00 |
| Необхідна потужність енергоносія, к.с. | 50.00 | 60.00 | 80.00 |



Рисунок 3.2 - Сівалка навісні Combinata 250, 300, 400

Таблиця 3.3 - Характеристики сівалки Combinata 250, 300, 400

| Модель | 250 | 300 | 400 |
|--------------------------|------------|------------|------------|
| Робоча ширина, мм | 2500.00 | 3000.00 | 4000.00 |
| Кількість рядків, шт. | 23.00 | 29.00 | 39.00 |
| Відстань між рядками, мм | 109.00 | 103.00 | 102.00 |
| Місткість бункеру, л | 405.00 | 505.00 | 705.00 |
| Маса, кг | 604.00 | 652.00 | 829.00 |

насінням і добривами. Новинкою ВАТ “Червона Зірка” є також зернотукова сівалка СЗ-4,2 із захватом 4,2. Вона має 4 опорні колеса в межах ширини захвату. Тому дві або три сівалки можна агрегувати в шеренговому варіанті. У транспортному положенні габаритна ширина сівалки — 2,7 м. Агрегується вона з тракторами МТЗ-80. Деякі господарства придбали начіпні пневматичні сівалки “Містраль” спільного українсько-словацького підприємства АГРОСП (Вінниця). Ці сівалки комплектуються наральниковими або, на замовлення, дводисковими сошниками. Випускається чотири моделі таких сівалок, що агрегуються з різними класами тракторів і різняться шириною захвату та місткістю бункера. Вони забезпечують якісну сівбу зернових, ріпаку і трав за умов якісної підготовки ґрунту, коли у посівному шарі невелика кількість рослинних решток. Висівні апарати сівалок “Містраль” є аналогом сівалок фірми “Квернеленд-Аккорд”, що першою почала виготовляти зернові сівалки з централізованою пневматичною висівною системою. Така система забезпечує раціональне компонування сівалки. Принцип дії пневмомеханічної системи полягає в тому, що з великого бункера насіння механічним дозатором подається в пневмосистему і з потоком повітря, що створює вентилятор, транспортується і розподіляється по сошниках. Мале спільне науково-виробниче підприємство “Клен” (Луганськ) виготовляє начіпну зернову сівалку “Клен-6” із захватом 6 м, а також модифікації цієї сівалки “Клен-3” та “Клен-4,5” із захватом, відповідно, 3 та 4,5 м. Ці сівалки мають вібродискретну електромагнітну висівну систему ВСС конструкції Сухіна, якій надає дії бортова електрична система трактора напругою 12 В. Система здатна висівати насіння різних культур у широкому діапазоні норм – від 0,5 до 400 кг/га.



Рисунок 3.3 - Сівалка рядова інтегрована Roger XR-Pack

Таблиця 3.4 - Характеристики сівалки Roger XR-Pack

| Модель | 3,0 | 3,5 | 4,0 |
|--|--------|---------|---------|
| Кількість рядків, шт. | 25.00 | 29.00 | 33.00 |
| Місткість бункеру, л | 530.00 | 640.00 | 750.00 |
| Маса, кг | 615.00 | 680.00 | 740.00 |
| Необхідна потужність енергоносія, к.с. | 90/100 | 100/110 | 110/120 |

Сівалки комплектуються на замовлення дводисковими або анкерними сошниками. Ширина міжрядь – 12,5 см, глибина загортання насіння може регулюватися в межах від 0 до 8 см. Сівалка із захватом 6 м агрегується з тракторами класу 1,4–2. Транспортується по дорогах уздовж ширини захвату. Підприємство виготовляє комплекти висівної системи ВВС для переобладнання серійних зернотукових сівалок типу СЗ-3,6А, а також для двота трисівалкових агрегатів. Для сівби зернових із міжряддям 7,5 см можна використати зернотукотрав'яну сівалку СЗТ-3,6А. Для цього насіння, що висівається великими реберчастими катушками, спрямовується у дводискові однострічкові сошники. Насіння, що висівається штифтовими туковими висівними катушками, спрямовується з тукового ящика спеціально виготовленими лотками до анкерних (трав'яних) сошників сівалки, які розміщені в задньому ряду. Для збільшення глибини загортання насіння анкерними сошниками вантажі на шарнірному поводку максимально

зміщують назад у бік таких сошників. З огляду на обсяг пересівання озимих в Україні, особливо в східних областях, актуальним стає питання, чим пересіяти ці площі. Однією з перспективних культур, яку доцільно сіяти в Україні



Рисунок 3.4 - Сівалка моделі 08-60 SUPER

Таблиця 3.5 - Характеристики сівалки 08-60 SUPER

| Модель | D8-60 |
|--|------------|
| Ширина захвату, м | 6.00 |
| Ширина міжрядь, см | 12.5; 10.0 |
| Кількість рядків, шт. | 48; 60 |
| Місткість зернового бункеру без надставки, л | 1120.00 |
| Місткість зернового бункеру з надставкою, л | 1500.00 |
| Тип шин | 10.0/75-15 |
| Загальна ширина, мм | 6530.00 |
| Загальна висота без надставки, мм | 1350.00 |
| Загальна висота з надставкою, мм | 1560.00 |



Рисунок 3.5 - Сівалка зернова серії 455

Таблиця 3.6 - Характеристики сівалки серії 455

| Модель | 455-7.62 | 455-9.1 | 455-10.67 |
|---------------------------------|-----------------|----------------|------------------|
| Ширина захвату, м | 7.62 | 9.10 | 10.67 |
| Ширина міжрядь, см | 15;18;25 | 15;18;25 | 15;18;25 |
| Мінімальна потужність ВВП, л.с. | 100.00 | 140.00 | 155.00 |
| Швидкість обробки, км/год | 8-11 | 8-11 | 8-11 |

навесні, є ярий ріпак. Українські аграрії дуже мало приділяють уваги вирощуванню ріпаку. Посівні площі під ним становлять 100 тис га. Тобто за останні роки площі під ріпаком скоротилися більш як удвічі. Між тим потенційні можливості цієї культури в Україні перевищують удесятеро нинішній рівень. Про перспективність і економічну вигідність вирощування цієї культури в Україні свідчить те, що торік в Україну надійшло від закордонних компаній заявок майже на мільйон тон насіння ріпаку й ріпакової олії. Насіння продано на експорт тільки 50 тис. т, олії – жодної. Посіви на 3 млн. га ріпаку на 100% забезпечують село паливом, значно поліпшують економіку господарства, а, головне, зменшують забруднення навколишнього середовища. Для сівби ріпаку можна використовувати різні сівалки: зернотукові типу СЗ-3,6А, зерно-трав'яну СЗТ-3,6А та для сівби льону – СЗЛ-3,6А. Проте найпридатнішою з наведених вище сівалок є зерно-трав'яна СЗТ-3,6А. Для сівби ріпаку зерно-трав'яною сівалкою використовують катушки діаметром 25 мм трав'яного ящика. За довжини катушки 4–5 мм і передаточного числа 0,160 сівалка висіває 6–7,5 кг/га насіння ріпаку. За сівби ріпаку звичайною зернотуковою сівалкою типу СЗ-3,6А встановлюють мінімальне передаточне число у механізмі приводу висівних апаратів – 0,198. При цьому катушки з робочою довжиною 2 мм висівають 7,5 кг/га насіння ріпаку. За 3 мм висівається вже 9,8 кг, за 5 мм – 11,8 кг. Якщо ж висівати через один апарат, тобто з шириною міжрядь 30 см, то довжина робочої частини катушки 5 мм забезпечує висівання 5,8 кг, 3 мм – 4,6 кг/га. Не варто додавати баланс у насіння ріпаку для регулювання норм висівання, бо цей захід не дає очікуваних результатів. Густоту стояння рослин ріпаку можна формувати після одержання сходів, але не пізніше як через 7–10 днів після їх появи. Для

цього посіви боронують середніми боронами ЗБЗСС-1,0 упоперек або по діагоналі рядків, поки не одержать потрібної кількості рослин у перерахунку на 1 м². За вирощування ріпаку широкорядним способом із міжряддям 45 см для сівби можуть бути використані бурякові сівалки ССТ-12В із механічними висівними апаратами, обладнаними пристроєм, розробленим у ННЦ “ІМЕСГ”. В умовах достатнього та надмірного зволоження може знайти практичне застосування технологія розкидної сівби зернових. Наявні в господарствах розкидачі мінеральних добрив 1РМГ-4 та МВУ-5 забезпечують робочу ширину захвату 11–14 м під час внесення азотних і фосфорних добрив. Нерівномірність розподілу добрив при цьому сягає 48–74% залежно від режиму настроювання. Така висока нерівномірність внесення добрив веде до зниження врожаю зернових на 3,9–4,4 ц/га. У ННЦ “ІМЕСГ” розроблені пристрої до розкидачів 1 РМГ-4 та МВУ-5, які дають змогу збільшити робочу ширину захвату з 10–14 до 15–18 м під час внесення гранульованих добрив і з 13–15 до 22–24 м під час розсіювання зернових за одночасного зменшення нерівномірності розподілу матеріалу по ширині захвату з 48–74 до 12–24%. Задля запобігання огріхам під час розкидної сівби зернових доцільно сіяти половинною нормою і давати подвійне перекриття суміжних проходів. Для цього під час другого і дальшого проходів агрегат має рухатися вздовж межі засіяної площі, яку добре видно механізатору з кабіни трактора. Загортання насіння виконується агрегатом для передпосівної підготовки ґрунту. Для сівби по стерньовому фоні, обробленому дисковою бороною без попередньої оранки та культивації, ВАТ “Червона Зірка” розробило зернотукову сівалку прямого висіву – модель 108 з одночасним коткуванням посівів у рядках. Основні технічні показники сівалки такі самі, як у СУ-10,8. Габарит сівалки в транспортному положенні – 4,5 м. Сівалка, як і всі попередні, що виготовляє ВАТ “Червона Зірка”, оснащена уніфікованою системою контролю технологічних параметрів посівних машин, яка забезпечує контроль рівня насіння і мінеральних добрив у ящиках, висівання насіння й туків. У південних областях України в умовах дефіциту вологи у посівному шарі може бути

виправданим застосування стерньових сівалок-культиваторів СТС-2, ССТ-6 і СТС-12 виробництва того ж ВАТ “Червона Зірка” або пресових зернотукових сівалок СЗП-3,6А. Сівалка-культиватор зернотукотрав’яна СТС-2 призначена для рядкової сівби насіння зернових, зернобобових і трав’яних культур з одночасним внесенням гранульованих мінеральних добрив, культивацією стерньового фону та коткуванням. Комплектується наральниками та стрільчастими лапами. Ширина захвату – 2,1 м. Агрегатується з тракторами класу 1,4 т.с. Для економії палива і трудозатрат доцільно застосовувати комбіновані ґрунтообробно-посівні агрегати. Такі агрегати можна підготувати із серійних машин. До сівалки СЗ-3,6А можна приєднати два кільчасто-шпорових котки ККШ-2 або трисекційний гладкий водоналивний ЗКГВ-1,4. Обидва агрегати дають змогу поєднати операцію сівби із суцільним коткуванням ґрунту. При цьому якість сівби краща, трактор класу 1,4 т.с. використовується з вищим коефіцієнтом корисної дії, економиться до 12% палива і до 24% затрат праці. Фрезерний культиватор-сівалка КФС-3,6 призначений для сівби насіння рису з одночасним обробітком ґрунту фрезою з горизонтальною віссю обертання. На фрезу начіплено бункер із висівними апаратами сівалки СЗ-3,6А і наральниковими сошниками. Позаду їх розміщені коткувальні котки. За один прохід машина виконує передпосівний фрезерний обробіток ґрунту, вирівнювання поверхні, сівбу і коткування ґрунту. Комбінований агрегат КА-3,6, що виготовляє ВАТ “Червона Зірка”, складається з начіпного фрезерного культиватора КФГ-3,6 і причіпної зернотукової сівалки СЗ-3,6А з котками. Культиватор і сівалка з’єднуються за допомогою спеціального зчіпного пристрою. Високу якість сівби після попередньої оранки або поверхневого розпушування ґрунту забезпечує комбінований агрегат, який складається із знаряддя АМО-3,6 і сівалки СЗ-3,6А, АКГ-6 та сівалки “Клен-6”. Такі агрегати дають змогу зменшити витрати палива на 12–16% і підвищити продуктивність праці на 42–55%, порівняно з роздільним виконанням операцій передпосівного обробітку ґрунту і сівби зернових. Аналогічні показники має комбінований агрегат із знаряддям КА-4

та сівалкою СЗ-3,6А. У разі великої кількості рослинних решток у посівному шарі доцільно використовувати агрегат із голчастої борони Б-4 та зернотукової сівалки СЗ-3,6А. У господарствах Київської, Кіровоградської, Полтавської та інших областей для одночасного передпосівного обробітку і сівби застосовують комбіновані агрегати, які складаються з культиватора КПС-4 та сівалки СЗ-3,6А. Під час складання такого агрегату до середньої секції зчіпки СП-16 під'єднують два культиватори КПС-4 з вирівнювачами та ущільнювальними котками. До культиваторів за допомогою подовжувачів кріплять дві зернотукові сівалки СЗ-3,6А. Для полів невеликих розмірів складають агрегат з одним культиватором і однією сівалкою. Останнім часом в Україні створено машинно-технологічні станції, оснащені іноземною технікою, в тому числі й для сівби зернових. У сівалках іноземних фірм часто, замість звичайних сошників, використовують стрільчасті лапи. Такі посівні машини за один прохід виконують передпосівний обробіток ґрунту, стрічкову сівбу, вирівнювання поверхні ґрунту та його коткування. Застосовують також тридискові сошники замість стрільчастих лап. Впровадження технології прямої сівби потребує інтенсивного застосування гербіцидів у перші роки, які задорогі для селян (внесення гербіцидів на 1 га обходиться в \$50–60). Для господарств із невеликою площею ріллі потрібні універсальні ґрунтообробно-посівні машини, які мають виконувати різні роботи впродовж року змінними робочими органами: глибокий і поверхневий обробітки ґрунту, сівбу і догляд за посівами з різною шириною міжрядь тощо. Така потреба зумовлена тим, що фермеру не вигідно мати набір спеціальних машин через їх дороговизну і малі обсяги робіт у господарстві. Розширити можливості використання зернотукових сівалок можна у разі виготовлення їх начіпними. Начіпною сівалкою можна провести не лише сівбу зернових і трав суцільним способом, а й просапних із різною шириною міжрядь.

4 СХЕМА УДОСКОНАЛЕННЯ СІВАЛКИ СЗ-3,6

Однією з головних агротехнічних вимог до сівби є рівномірність висіву у вертикальній площині, під якою розуміють загортання насіння в підготовлений до посіву ґрунт на однакову глибину. Ця глибина визначається вологістю ґрунту під час сівби і його фізичними властивостями, розміром насіння та біологічними особливостями рослин.

Глибина загортання насіння сої змінюється від 4 до 10 см, в залежності від фізичних властивостей ґрунту та його вологості. На важких ґрунтах вона дорівнює 4 – 5 см, а на середньосуглинистих – 5 – 6 см, на легких супісках і пісках – 6 – 7 см. В засушливих умовах і на сухих ґрунтах глибина загортання сої збільшується до 9 – 10 см. Встановлено, що в сої збільшення глибини загортання насіння на кожен сантиметр понад норму затримує сходи на 2 – 3 дні.

Якщо не була встановлена агротехнікою глибина сівби, усе висіяне насіння повинно бути загорнуте на однакову глибину. Недодержання цього правила, особливо якщо різниця в глибині загортання насіння значна, призводить до зменшення врожаю через неодноразовість сходів та їхню зрідженість, неодноразовість дозрівання, появу підгона і недогона, що затрудняють механізоване збирання врожаю.

Відомі способи посіву, що включають утворення сошниками борозен з укладанням в них насіння і вдавлювання останніх в ґрунт дна борозни. Проте при такому способі посів здійснюється тільки строчками, крім того не забезпечується необхідний контакт з ґрунтом, все це приводить до неможливості створення задовільних умов проростання насіння і розвитку рослин.

Відомий також пристрій для здійснення даного способу посіву, що включає корпус, сошник, виконаний у вигляді симетрично розташованих увігнутих дисків, орієнтованих опуклістю один до одного, насінненапрямлячі,

розташовані між дисками і циліндричні котки, встановлені з можливістю копіювання мікрорельєфу поля.

Недоліками вказаних пристроїв є те, що вони абсолютно не працездатні на переущільнених або попередньо не оброблених ґрунтах, здійснюють посів тільки рядковим способом, тому не в змозі створити відповідні умови для проростання насіння і розвитку рослин.

Мета вдосконалення - створення відповідних умов для проростання насіння і розвитку рослин.

Поставлена мета досягається згідно способу, при якому насіння висівається в борозну, що має гвинтові канавки.

Спосіб, що пропонується здійснюється пристроєм, в якому диски сошника виконані зубчатими (рис. 4.1) і встановлені таким чином, що мінімальна відстань між дисками розташована вище горизонтальній осі обертання останніх.

Сошник для смугового висіву насіння включає корпус 1, увігнуті зубчаті диски, що вільно обертаються, 2 і 3, які встановлені симетрично з обох боків корпусу 1 на осях, що перетинаються, опуклістю один до одного. У отворі корпусу 1 встановлений насінненапряччяч 4, виконаний сумісно з подільником потоку насіння. До корпусу 1 сошника шарнірно закріплена рама 5 катка, на якій встановлено циліндричні котки, що вільно обертаються, 6, оснащені еластичним ободом 7. Штанга 8 шарнірно прикріплена до корпусу 1 і має рухомий зв'язок з рамою катка 5. Пружина 9 притискує коток 6 до ґрунту з певним зусиллям. Корпус 1, рама 5 катка, штанга 8 і пружина 9 утворюють незалежну систему підвіски. Вони дозволяють котку 6 копіювати мікрорельєф поля.

Сошник працює наступним чином. При русі пристрою по полю ріжучі кромки зубчатих дисків 2 і 3 (рис. 4.2) знімають верхній шар ґрунту, залишаючи борозну з гвинтоподібною поверхнею з розмірами канавок, що перевищують розміри насіння сільськогосподарських культур.

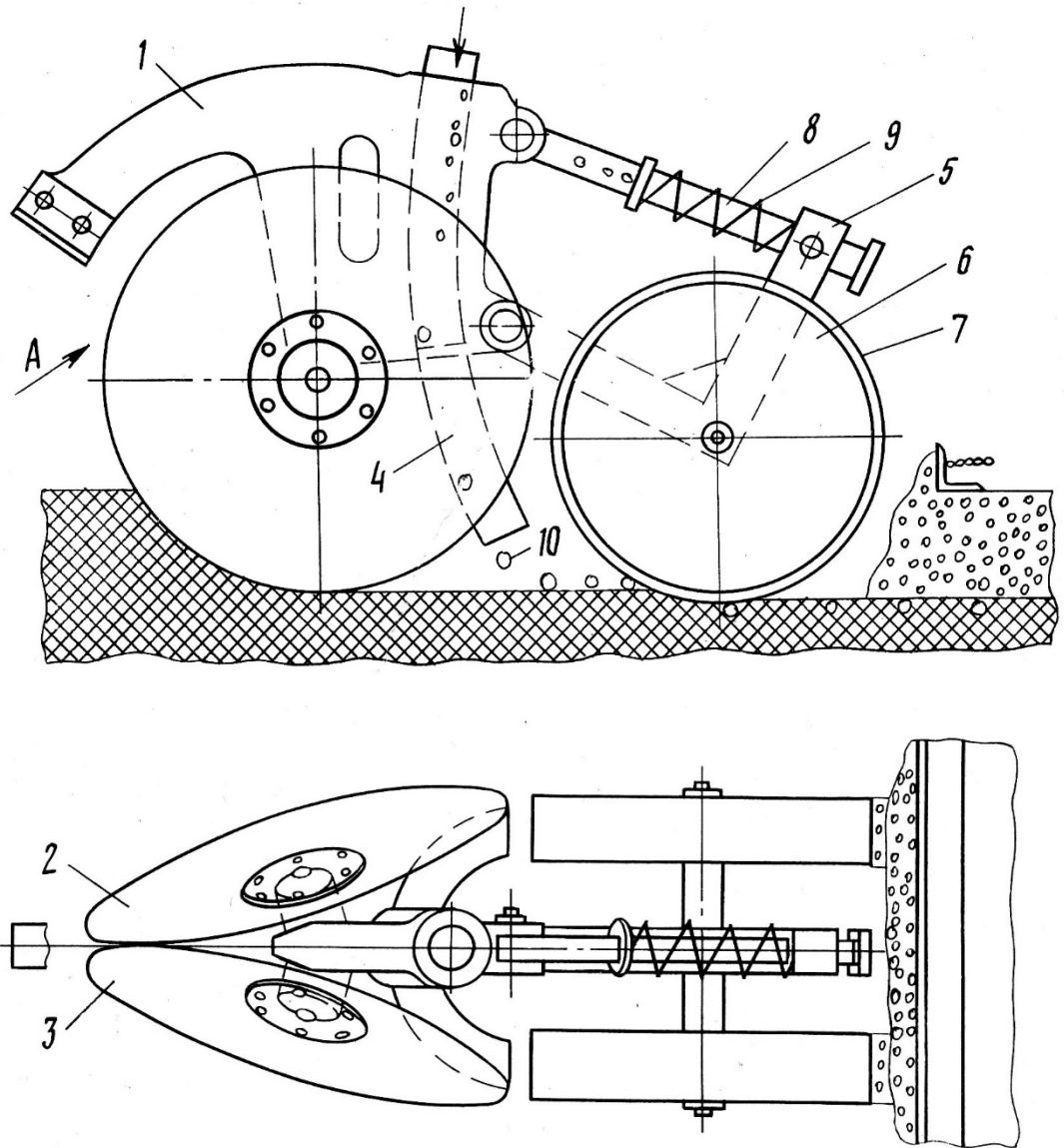


Рисунок 4.1 - Схема сошника для смугової сівби: 1 – корпус; 2, 3 – диск;
4 – насінненапрямляч; 5 – рамка котка; 6 – коток; 7 – еластичний обід;
8 – штанга; 9 – пружина

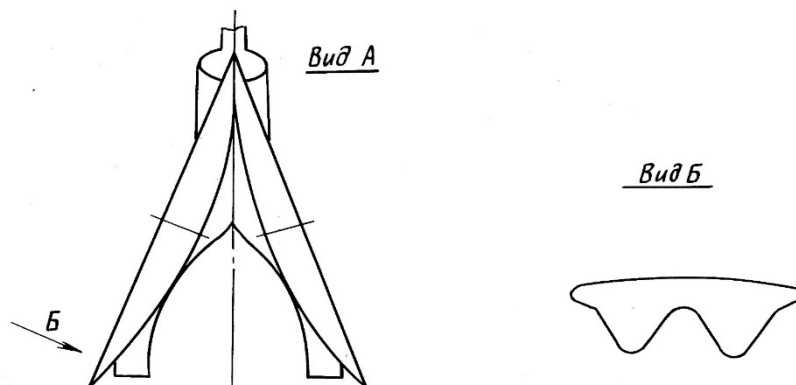
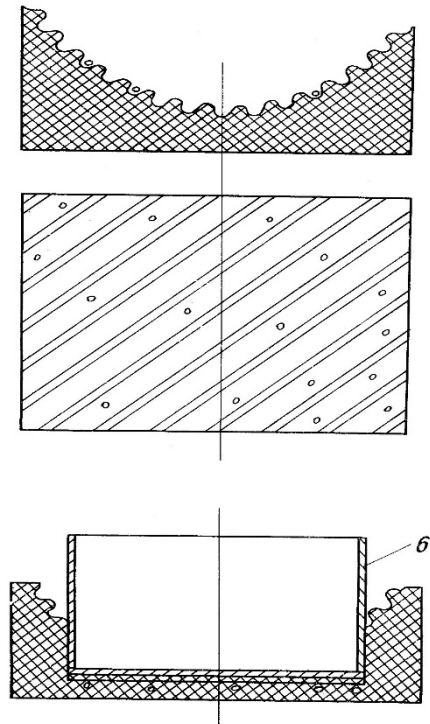


Рисунок 4.2 - Схема робочої частини дисків сошника.



Насіння з насінненапрямяча 4 потрапляє на дно канавок гвинтової поверхні і затримується в них, що дозволяє висівати насіння у вигляді широкої стрічки. За відсутності зубів поверхня борозни виходить гладенькою, і насіння скочуватиметься на середину дна борозни. Далі при дії котка 6 насіння вдавлюється в дно борозни і розміщується на заданій глибині. При цьому оснащення котка еластичним ободом виключає пошкодження насіння і залипання обода котка ґрунтом.

Рисунок 4.3 - Схема утворення борозни сошником та вкладання в неї насіння

Пристрій для висіву насіння забезпечує підвищення стійкості ходу по глибині, поліпшення умов проростання насіння і розвитку рослин, що є важливою основою підвищення врожайності сільськогосподарських культур, яке складає 18 - 25%.

Під час сівби бобових культур, зокрема сої сошники сівалок часто забиваються ґрунтом і рослинними залишками. При цьому сівба насіння призупиняється і на полі з'являються просіви (огріхи). Для усунення цього недоліку в проекті пропонується спеціальна конструкція наконечників, якими сошники з'єднуються з насіннепроводами. Від звичайних циліндричних наконечників вони відрізняються тим, що у верхній частині мають звуження (рис. 4.4), за яким в стінці наконечника вирізаний резервний отвір, який обмежений з боків напрямними пластинами.

Такі наконечники вставляють в сошники замість звичайних і закріплюють дротом. Резервні отвори і напрямні пластини повинні бути

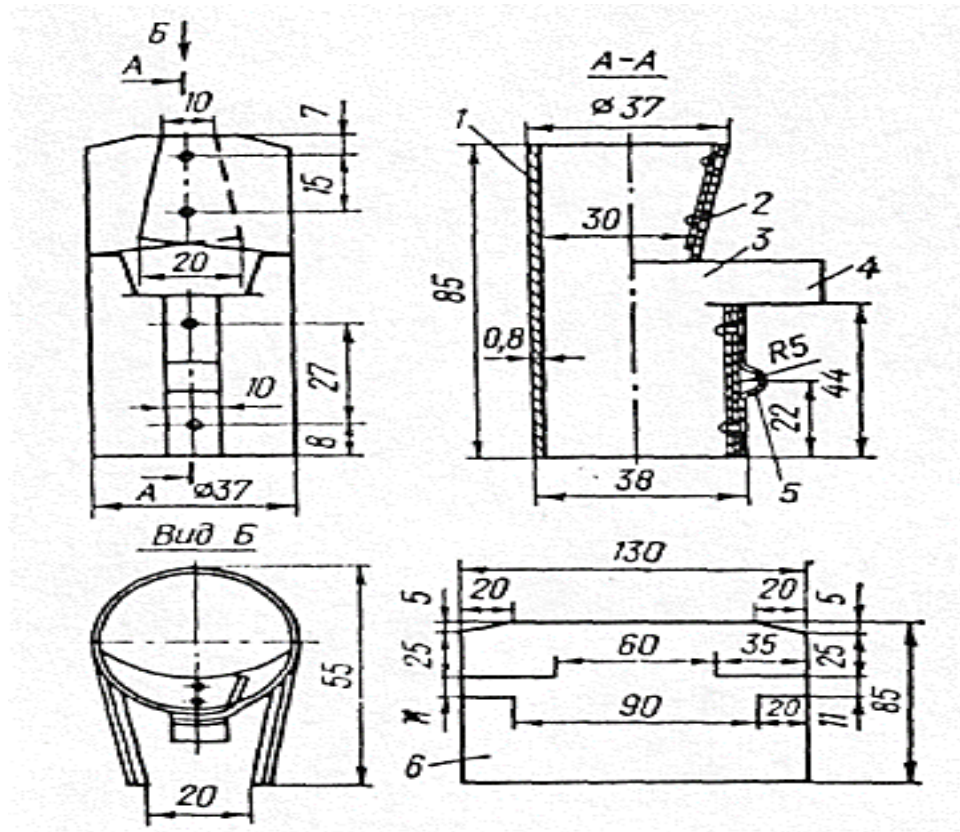


Рисунок 4.4 - Удосконалений наконечник:

- 1-стінка наконечника; 2-заклепка; 3-резервний отвір; 4- напрямна пластина;
5 - фіксатор; 6 - розгортка наконечника

повернуті в сторону задньої частини сошників.

Встановлено, що використання запропонованих пристроїв дозволяє зекономити до 10 % насіння, оскільки виключається потрапляння насіння у верхні сухі шари ґрунту.

5 РОЗРАХУНКИ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ УДОСКОНАЛЕНОЇ СІВАЛКИ

5.1 Обґрунтування параметрів дискового сошника

Плоскі диски в більшості випадків використовують як ножі для розрізання шару ґрунту у вертикальній площині. На ніж діють сили опору ґрунту зминанню лезом і сили тертя ґрунту об його бічні поверхні. Досліди показали, що вплив сил тертя відносно невеликий. Так як, дисковий ніж — симетричний робочий орган, то дія елементарних сил опору ґрунту може бути зведена до однієї рівнодіючої R , прикладеної приблизно в середині робочої дуги леза ножа AB (рис. 5.1) і яка проходить через вісь його обертання. Складова R_x цієї сили являє собою тяговий опір ножа і створює момент, що сприяє обертанню диска. Інша складова R_z прагне виштовхнути ніж із ґрунту і створює момент, що перешкоджає обертанню диска. При зміні питомого опору ґрунту від 40 до 80 кПа сила R_x стандартного диска загального призначення змінюється від 0,7 до 2,2 кН. При цьому $R_z = 1,2 R_x$.

Для того щоб ніж перерізав стебла, розташовані на поверхні поля, а не протягував їх, необхідно, щоб кут защемлення δ був менше $\varphi_1 + \varphi_2$, де φ_1 — кут тертя стебла об лезо, а φ_2 — кут тертя стебла об ґрунт. Якщо диск ножа забивається стеблами рослин, необхідно зменшити глибину його ходу або поставити ніж більшого діаметра. Застосування вирізних ножів виключає таке явище і зменшує силу R_x на 18 – 25%. Досліди показали, що R_x залежить від показника кінематичного режиму леза ножа [8]:

$$\lambda = \frac{\omega r}{V_m}, \quad (5.1)$$

де ω — кутова швидкість,

r — радіус диска,

V_m – швидкість руху машини (знаряддя).

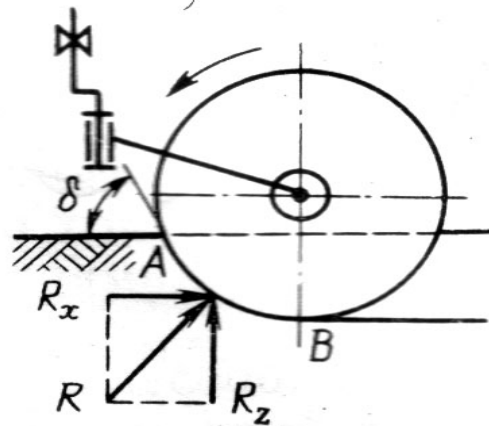


Рисунок 5.1 - Схема сил, що діють на плоский диск при роботі

Чим більше λ , тим менше R_x . При збільшенні λ від 0 до 1 значення R_x зменшується в 2,5 рази. Чисельні значення λ залежать від конструкції дискового ножа і стану ґрунту: $\lambda = 1,02 - 1,098$ для ножів з рівним лезом, $1,08 - 1,31$ — для рифлених і $1,045 - 1,165$ — для вирізних дисків. Установка дискових ножів перед кожним сошником не тільки знижує тяговий опір на 3,8 - 6,5%, але і значно поліпшує процес формування боріздки, загортання насіння і стійкість ходу сошників, тому деякі закордонні фірми оснащують дисковими ножами кожен сошник сівалки (напр. сівалки фірми KINZE).

Рівномірність ходу диска в ґрунті залежить від дії на нього ряду сил. Під час руху диска ґрунті на нього діють такі сили: вага G (рис.6.2), прикладена у центрі ваги диска, реакція ґрунту R , спрямована через шарнір диска, і сила тяги P , прикладена до повідця у точці O_3 . Для стійкого ходу диска потрібно, щоб діючі сили взаємно урівноважувались, а сума моментів відносно точки підвішування O_3 дорівнювала нулю, тобто:

$$P+G+R=0; \quad (5.2)$$

$$Gl_3 + Q_{np} + Rl_2 = 0.$$

До цих рівнянь входить зусилля R , яке залежить від щільності ґрунту, його вологості та інших факторів і під час роботи змінює своє значення. Із зменшенням R диск іде глибше, а із збільшенням – мілкіше. Тому в полі потрібно перевіряти глибину ходу дисків узгоджуючи цей показник з глибиною ходу сошників.

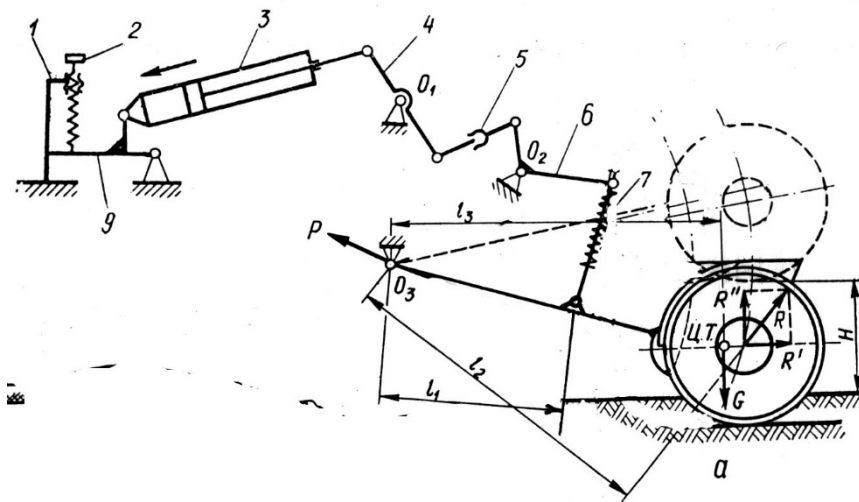


Рисунок 5.2 - Схема механізму підняття та заглиблення сошників сівалки СЗ-3,6:

1 – кронштейн; 2 – регулювальний гвинт; 3 – гідроциліндр; 4 і 9 – важелі;
5 – гвинтова стяжка; 6 – важелі підняття дисків; 7 – пружина; 8 – натискна штанга

5.2 Розрахунок рівноваги дискового сошника

При поступальному русі дискового сошника в ґрунті на нього діють наступні сили (рис. 5.3):

G – сила тяжіння диска з повідцем;

G_1 – тиск пружини 2;

R – рівнодіюча сил опору ґрунту;

P – сила тяги.

Сила тяги P у свою чергу розкладається на дві складові:

P_1 – вертикальна складова і P_2 – горизонтальна складова. Умова рівноваги у векторному виразі запишеться так:

$$G + G_1 + R + P = 0. \quad (5.3)$$

Симетричність форми диска дозволяє стверджувати, що всі діючі сили розташовуються в одній площині.

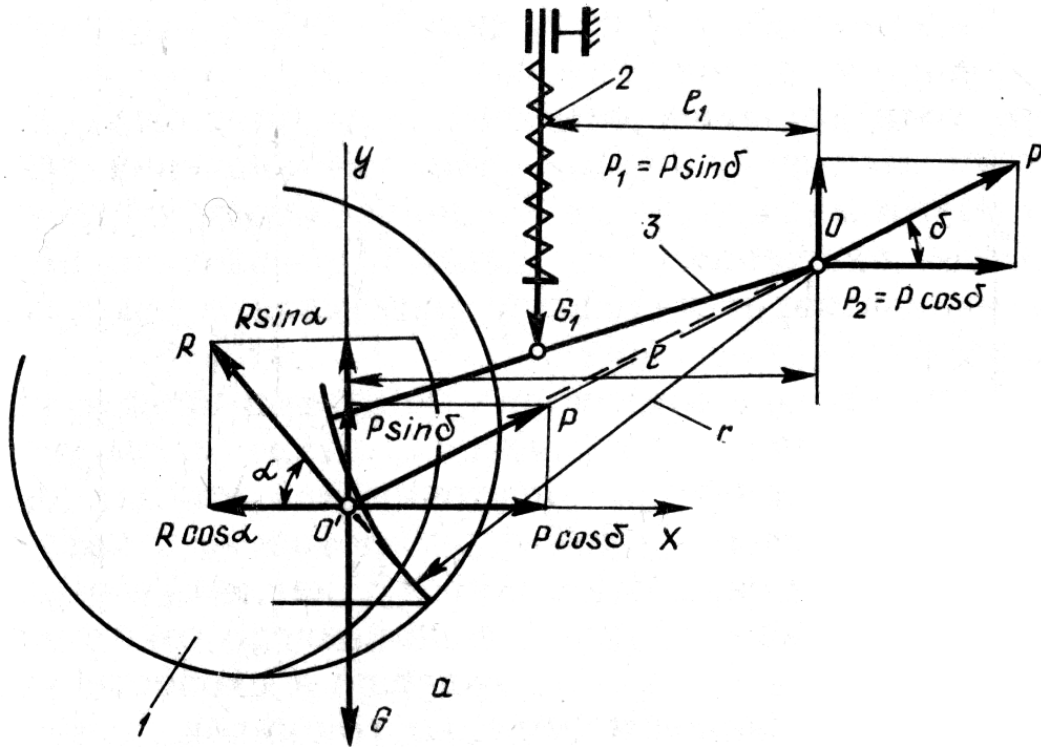


Рисунок 5.3 - Схема сил, що діють на дисковий сошник:
1 – сошник; 2 – пружина; 3 – повідок

Проектуючи всі сили на осі X і Y , одержимо рівняння рівноваги:

$$P \sin \delta = G + G_1 - R \sin \alpha, \quad (5.4)$$

де: α - кут між горизонталлю і напрямком сили R ,

δ - кут нахилу сили тяги до горизонту.

Якщо дотримується ця умова рівноваги, то, очевидно, що сошник при роботі не коливається у вертикальній площині.

Для моментів сил відносно точки O_3 маємо співвідношення:

$$Gl + G_1 l_1 = Rr, \quad (5.5)$$

де: - l, l_1, r – плечі сил G, G_1 і R .

Рівнодіюча сил опору ґрунту може бути визначена з виразу:

$$R = \sqrt{P^2 \cos^2 \delta + (G + G_1 - P \sin \delta)^2}, \quad (5.6)$$

а напрямок цієї сили:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{G + G_1 - P \sin \delta}{P \cos \delta}, \quad (5.7)$$

На підставі цих виразів можна встановити відстань від точки кріплення сошника до точки його підвісу:

$$r = \frac{Gl + G_1 l_1}{R} = \frac{Gl + G_1 l_1}{\sqrt{P^2 \cos^2 \delta + (G + G_1 - P \sin \delta)^2}}, \quad (5.8)$$

Таким чином, рівновага сошника, що працює в ґрунті, залежить в основному від значення і напрямку R – сили опору ґрунту. Так як ця величина не зберігає постійного значення, система сошник-повідок постійно змінює своє положення відносно шарніра (т.О).

Вихідні дані для тягового розрахунку дискового сошника.

1. Тяговий опір дискового сошника – $P = 80$ Н [7].
2. Сили тяжіння сошника з повідком – $G = 150$ Н.
3. Тиск пружини штанги – $G = 30$ Н.
4. Плече сили тяжіння G відносно т.О (рис.4.3) – $l = 800$ мм [6].
5. Плече сили G відносно т.О (рис. 5.3) – $l = 300$ мм [6].
6. Кут нахилу до горизонталі повідка в робочому положенні сошника – $\delta = 10^\circ$.

Рівнодіючу сил опору ґрунту визначимо з виразу (5.6).

$$R = \sqrt{P^2 \cos^2 \delta + (G + G_1 - P \sin \delta)^2} = \\ = \sqrt{80^2 \cos^2 10^\circ + (150 + 130 - 80 \sin 10^\circ)^2} = 185 \text{ Н}$$

Рівнодіюча сил опору ґрунту, що прикладена до сошника в деякій точці O^I , положення якої залежить від глибини ходу диска і діє під кутом α до горизонту:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{G + G_1 - P \sin \delta}{P \cos \delta} = \frac{150 + 30 - 80 \sin 10^\circ}{80 \cos 10^\circ} = 2,11$$

Відстань від точки кріплення сошника до точки підвісу визначиться з виразу (5.8).

$$r = \frac{Gl + G_1 l_1}{R} = \frac{150 \times 800 + 30 \times 300}{185} = 697 \text{ мм}$$

Приймаємо $r = 700$ мм.

5.3 Розрахунок пружини механізму регулювання глибини ходу сошника

Вихідні дані:

- навантаження пружини при попередній деформації $P_1 = 30$ Н;
- навантаження пружини при робочій деформації $P_2 = 100$ Н;
- навантаження пружини при максимальній деформації $P_3 = 130$ Н;
- робочий хід пружини $l = 100$ мм;
- зовнішній діаметр пружини $D = 50$ мм.

Найбільша швидкість переміщення рухомого кінця пружини при навантаженні і розвантаженні $Y_0 = 4 \frac{M}{c}$, витривалість $H = 1/10$. Тому, пружину слід віднести до I класу(рис. 5.4.) [7].

Виходячи з прийнятого діаметра та необхідності забезпечити найбільшу швидкість маємо дані: $P_3 = 130$ Н, $d = 5$ мм, $D = 50$ мм, $\varphi = 2,940$ мм, $z = 4,49 \times 10^3$

Н/м.

Враховуючи, що для пружини першого класу $\tau = 0,3\beta$, знаходимо $\tau_3 = 0,3 \times 2100 = 630$ МПа належність до першого класу перевіряємо методом визначення відношення $y_0 / y_{кр}$. Для цього попередньо знаходимо критичну швидкість за формулою:

$$y_{кр} = \frac{\tau_3 \left(1 - \frac{P_2}{P_3}\right)}{35,8} = \frac{630 \times 0,25}{35,8} = 4,4 \text{ м/с} \quad (5.9)$$

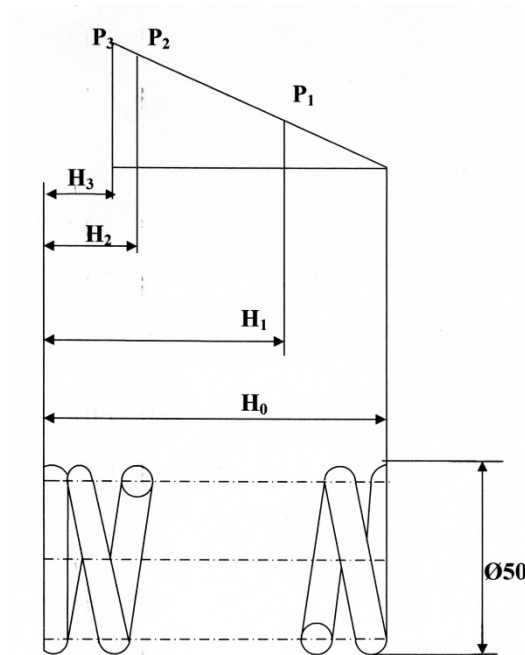


Рисунок 5.4 - Схема пружини

Отриманий результат свідчить про відсутність доторкування витків при критичному навантаженні і значить, вибрана пружина задовольняє початковим умовам.

Визначаємо інші параметри пружини:

Жорсткість:

$$Z = \frac{P_2 - P_1}{n} = \frac{10 - 3}{0,01} = 700 \text{ Н/м}, \quad (5.10)$$

Число робочих витків пружини:

$$n = \frac{Z_1}{Z} = \frac{4490}{700} = 38. \quad (5.11)$$

Дійсна жорсткість:

$$Z = \frac{4490}{6} = 748 \text{ Н/м}$$

При двох неробочих витках (n_2) повне число витків:

$$n_1 = n + n_2 = 38 + 2 = 40. \quad (5.12)$$

Середній діаметр пружини:

$$D_0 = 50 - 5 = 45 \text{ мм}$$

Попередня деформація:

$$F_1 = \frac{P_1}{Z} = \frac{3}{748} = 0,004 \text{ м.} \quad (5.13)$$

Робоча деформація :

$$F_2 = \frac{P_2}{Z} = \frac{10}{748} = 0,013 \text{ м.} \quad (5.14)$$

Максимальна деформація:

$$F_3 = \frac{P_3}{Z} = \frac{13,2}{748} = 0,018 \text{ м.} \quad (5.15)$$

Висота пружини при максимальній деформації:

$$H_3 = (n_1 + 1 - n_3) d. \quad (5.16)$$

$$H_3 = (40 + 1 - 2) \times 5 = 195 \text{ мм} = 0,2 \text{ м}$$

Висота пружини у вільному стані:

$$H_0 = H_3 + F_3 = 0,2 + 0,18 = 0,38 \text{ м.} \quad (5.17)$$

Висота пружини при попередній деформації:

$$L_1 = H_0 - F_1 = 0,38 - 0,04 = 0,34 \text{ м.} \quad (5.18)$$

Висота пружини при робочій деформації:

$$L_2 = H_0 - F_2 = 0,38 - 0,13 = 0,25 \text{ м.} \quad (5.19)$$

За проведеними розрахунками проводимо розробку конструкції вузлів і деталей удосконаленої машини.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Організація охорони праці

У будь-якому сучасному сільськогосподарському підприємстві повинно постійно відбуватися удосконалення заходів з охорони праці.

Керівник господарства (власник, генеральний директор іт.д.) разом з інженером з охорони праці в межах передбачених посадових обов'язків проводять розробку планів по підтриманню умов праці у відповідності з існуючими вимогами, дотриманню вимог техніки безпеки, затверджує інструкцію з охорони праці та техніки безпеки для кожного виробничого підрозділу.

Керівник підприємства може особисто вирішувати основні питання, пов'язані з охороною праці, з іншими фахівцями і профспілковим комітетом. Він займається роботою по створенню здорових і безпечних умов праці, попередженню травматизму і нещасних випадків на виробництві.

Ні в якому разі до роботи не допускаються співробітники, які не пройшли відповідного інструктажу: вступного, первинного на робочому місці і т.д. Облік інструктажів ведеться в журналах реєстрації інструктажів з охорони праці (вступних та на робочому місці). Проте, неповна відповідальність самих робітників іноді призводить до непередбачуваних наслідків, не дивлячись на значне докладання зусиль керівництва.

Заходи з охорони праці повинні повністю виключати виробничий травматизм та професійні захворювання з робітниками зайнятими на цій роботі.

Згідно вимог державних стандартів проводять вступний, первинний на робочому місці, повторний, позаплановий і цільовий інструктажі.

Вступний інструктаж проводять фахівці з охорони праці чи особа призначена відповідним наказом. При цьому робітник, прийнятий на роботу, вивчає загальні положення і правила охорони праці і виробничої санітарії при

виконанні робіт, пов'язаних з експлуатацією, технічним обслуговуванням відповідної техніки.

Програму вступного інструктажу узгоджують з місцевим комітетом профспілки, затверджує її головний інженер.

Після проведення інструктажу про це роблять відмітку в журналі реєстрації вступного інструктажу по охороні праці. В журналі обов'язкові підписи особи, яку інструктують та особи, яка проводить інструктаж.

Первинний інструктаж на робочому місці здійснює керівник структурного підрозділу (завідуючий гаражем, бригадир тракторної бригади тощо) з наглядною демонстрацією виконання окремих технологічних операцій, ознайомлення з вимогами по організації робочого місця. Допуск до самостійної роботи робочого фіксують в журналі реєстрації інструктажів на робочому місці з вказанням дати інструктажу та підписом особи, яка його проводила.

Позаплановий інструктаж проводять при зміні правил з охорони праці, технологічного процесу, оновленні обладнання, пристроїв та інструмента, порушення робітниками вимог або правил з охорони праці.

Знання, отримані при інструктажі, перевіряють робочі, які проводили його. Працівник, який показав незадовільні знання, до роботи не допускається.

Безпечним методам праці робочих навчають на курсах з охорони праці з наступною перевіркою знань. Проходження курсового навчання фіксують в журналі курсового навчання по охороні праці.

6.2 Експлуатація машин в рослинництві

При експлуатації машин в рослинництві вимоги безпеки передбачають наступне:

- відповідність технічного стану машин та стаціонарного обладнання і порядку їх експлуатації вимогам інструкцій по експлуатації конкретних машин, відповідним державним стандартам, Єдиним вимогам до конструкції тракторів та сільськогосподарських машин по безпеці та гігієні праці,

Правилам будови електроустановок (ПБЕ), Правилам техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів (ПТБ) [30, 32], Правилам технічної експлуатації електроустановок споживачів (ПТЕ), Правилам дорожнього руху [31];

- використання на технологічних операціях сільськогосподарських машин, пройшовши обкатку та технічний огляд (готовність машин та обладнання до експлуатації оформляється актом);

- виконання робіт по заміні, чищенню та регулюванню робочих органів машин тільки при непрацюючому двигуні, а у електрифікованих установках та механізмах - при знятих запобіжних вставках і остаточної їх зупинці і тільки після прийняття мір по застереженню випадкового опускання, чи падіння робочих органів;

- позначення небезпечних ділянок робочої зони обладнання та відповідних місць при проведенні робіт стандартними знаками безпеки;

- заборона експлуатації машин та обладнання без передбачених конструкцією захисних огорожень, а машин з передбаченою нормативно-технічною документацією постійним робочим місцем – без підніжки, і з запобіжним бортиком, перил, поручнів, запобіжних ланцюгів або планок для закриття входу, зонтиків чи тентів;

- негайну зупинку машин при поломках та травмах - небезпечних ситуаціях та усунення несправності;

- агрегування машин та знаряддя з тракторами та самохідними шасі, а також переведення їх в транспортне положення у повній відповідальності з вимогами, вказаними в заводських посібниках для конкретних типів машин;

- шплінтування з'єднувального пристрою при зчіпці трактора з причіпними машинами та додатковим з'єднанням з тягачем страхувальним ланцюгом чи тросом причепів та напівпричепів;

- зчіпку, навіску машини та знаряддя на трактори або самохідні шасі, а також монтаж та підключення стаціонарних машин в відповідності з вимогами заводських посібників; ці операції виконують особи, обслуговуючі дані

машини з використанням справного інструменту та підіймаючих пристроїв, гарантуючих безпеку операцій (перед проведенням робіт перевіряють справність системи навіски);

- наявність двобічної сигналізації у агрегатів до складу яких входять причіпні машини, обладнанні робочим місцем;

- укомплектування самохідних машин та агрегатів медичними аптечками, термосами з питною водою та засобами пожежогасіння в відповідності з державними стандартами;

- недопущення розсипання та підтікання пестицидів чи інших отруйних речовин в місцях з'єднання фланців, штуцерів, ніпелів, люків, а також роботи оприскувачів з несправним манометром та без бачків для миття рук; на спецмашинах банки, ящики та інші ємності для туків під час роботи повинні бути щільно закриті та зафіксовані запірним пристроєм;

- обладнання самохідних та причіпних машин світловідбивачами, укомплектування набором справного інструменту та пристосуваннями у відповідності із заводської інструкцією;

- заборона відпочинку під машиною, в копицях сіна та інших не встановлених для відпочинку місцях, посадки та виходу при русі агрегату, а також виконання регулювань та ремонту на ходу;

- опускання навісних машин при стоянці агрегату, а також їх фіксацію при ремонті чи наладці;

- заземлення машин з електроприводом із забезпеченням опору заземлюючих пристроїв не більше 40 м;

- обладнання машин на роботах, сполучених з небезпекою перекинутися, опорними пристроями, противагами;

- початок роботи агрегату, обслуговуючого декількома особами, тільки по встановленому сигналу і після повної впевненості, що виконувачі зрозуміли його.

6.3 Охорона праці при вирощуванні сої

Безпека процесів вирощування та збирання забезпечує реалізацією

заходів, розроблених відповідно з державними стандартами, операційної технології та ОСТ 46.31.112.-81.

Крім загальних положень, стосовно розглянутим умовам забороняється перебування людей на сівалках під час переїзду або розвороту останніх, на транспортних засобах при завантаженні та транспортуванні соломи та зерна. Робітникам, які зайняті на ручних роботах, заборонено підштовхувати транспортні засоби, які буксують. Розміщають сою на полях з відхиленням: уздовж напрямку сівби - 7° , поперек - 2° .

Робоче місце сівача укомплектовують чистиками та гачками чи штирем для очищення сошників та висівних апаратів сівалок.

Під час роботи змішувача по приготуванні розчинів отрутохімкатів забороняється знаходитися стороннім особам біля агрегату для приготування розчину. При проведенні польових робіт після застосування пестицидів разом з мінеральними добривами (інсектициди + гербіциди + азотні добрива) слід дотримуватися правил безпеки; при різкій зміні температури повітря на фоні високої вологості ґрунту, а також при великій росі та швидкості вітру не більш 2 м/с треба робити перерву в праці з 9 до 14 години.

При появі травмо-небезпечної ситуації персонал повинен припинити роботу, прийняти заходи по її ліквідації та доповісти керівнику робіт. Працюючі з пестицидами повинні суворо дотримуватись правил особистої гігієни, приймати їжу, пити воду, палити після зняття спецодягу та миття з милом рук та лиця, полоскання рота.

За кожним працівником є відповідний комплект засобів особистого захисту, підібраний особисто (підбір проводить особа, яка відповідає за проведення робіт).

Загальне керівництво по охороні праці у виробничому процесі очолює керівник господарства.

При зарахуванні працівника на роботу необхідно проводити вступний інструктаж. На робочому місці інструктаж з працівником проводить керівник підрозділу.

З метою визначення відповідності робочих місць, машин та механізмів, технічних процесів, будівель і споруд санітарним нормам, правилам охорони праці, одержання вихідних даних для планування працезохоронних заходів проводять паспортизацію об'єктів на відповідність вимогам охорони праці.

Розглянемо технологічну операцію сівби сої. На полі, де проводять сівбу, обладнують місце для відпочинку (бажано пересувний вагончик), за 10 м від нього майданчик для куріння, пожежний майданчик з протипожежним інвентарем (ящик з піском, лопати, вогнегасники), майданчик для зберігання технологічних матеріалів (насіння, мінеральних добрив). З іншої сторони поля розміщують транспортний майданчик, автомобіль технічного обслуговування, майданчик для прийому їжі.

Приведені заходи з охорони праці дозволять попередити травмування і хвороби обслуговуючого персоналу при вирощуванні сої в господарстві.

7 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Розрахунки за техніко-економічними показниками необхідні для порівняння базової і проектованої машини, а так само для визначення економічного ефекту, який досягається за рахунок удосконалення.

Удосконалення сошника сівалки СЗ-3,6А дозволяє збільшити робочу швидкість посівного агрегату. Як показує досвід застосування зернової сівалки СЗ-3,6А, якісне проведення посіву можливе лише при швидкості руху агрегату не більш 10 км/год. і при умові ретельної підготовки поля під посів (відсутність мікрорельєфу, рослинних залишків і т.п.). Інженерні розрахунки доводять, що робоча швидкість вдосконаленої сівалки може бути підвищена до 12 км/год. без зниження якісних показників процесу сівби.

Проведемо розрахунок основних техніко-економічних показників, аналіз яких дозволить зробити висновки про доцільність і економічну ефективність від запровадження удосконалення.

Економічну оцінку удосконаленої машини проведемо порівняно із серійною машиною, вихідні дані для розрахунку наведені у таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 - Вихідні дані для проведення економічних розрахунків

| Показники | Базова сівалка | Удосконалена сівалка |
|--|----------------|----------------------|
| Продуктивність, га/год. | 3,4 | 4,32 |
| Питомі витрати палива, кг/га | 3,9 | 2,86 |
| Вартість машини, грн. | 39500 | 41600 |
| Кількість обслуговуючого персоналу, чел. | 1 | 1 |

Затрати праці на процес визначаються за формулою:

$$H = \frac{M}{W}, \quad (7.1)$$

де M – кількість обслуговуючого персоналу, чол.;

W – продуктивність агрегату, га/год.

Затрати праці при роботі базового агрегату на сівбі зернових дорівнюють:

$$H_6 = \frac{1}{23,8} = 0,04 \text{ люд.год./га}$$

При використанні удосконаленої сівалки затрати праці будуть дорівнювати:

$$H_n = \frac{1}{30,24} = 0,03 \text{ люд.год./га}$$

Зниження затрат праці при використанні розробленої машини будуть дорівнювати:

$$H_3 = H_6 - H_n; \quad (7.2)$$

$$H_3 = 0,04 - 0,03 = 0,01 \text{ люд.год./га}$$

За сезон при сівбі зернових в господарстві на площі 950 га зниження затрат праці становить:

$$H_3^c = 0,01 \cdot 950 = 9,5 \text{ люд. год.}$$

Прямі експлуатаційні затрати при сівбі цукрових буряків визначаються за формулою:

$$C = C_{\text{оп}} + C_a + C_p + C_{\text{пмм}}; \quad (7.3)$$

де $C_{\text{оп}}$ – оплата праці з нарахуваннями, грн./га;

C_a – амортизаційні відрахування, грн./га;

C_p – витрати на ремонт і технічне обслуговування, грн./га;

$C_{\text{пмм}}$ – витрати на паливо і мастильні матеріали, грн./га.

Оплата праці механізатору, який працює на агрегаті, нараховується по тарифній сітці за норму виконаної роботи. За 1 га обробленої площі оплата праці становить:

$$C_{o}^1 = \frac{C_T}{W_{3M}}, \quad (7.4)$$

де C_T – оплата праці за тарифною сіткою;

W_{3M} – продуктивність агрегату за зміну.

Для механізатора, який працює на базовому агрегаті оплата праці по п'ятому розряду тарифної сітки з врахуванням мінімальної заробітної плати 6700 грн. за місяць становить 291 грн. за зміну [22]. А за 1 га обробленої площі оплата праці буде становити:

$$C_{O.B}^1 = \frac{291}{23,8} = 12,23 \text{ грн./га}$$

Крім того, в господарстві проводиться доплата: 50 % - за складність робіт (становить 6,12 грн./га), 12% - за інтенсивність робіт (становить 1,47 грн./га).

І тоді оплата праці з нарахуваннями буде становити:

$$C_{o6}^n = 12,23 + 6,12 + 1,47 = 19,82 \text{ грн./га}$$

На цю суму механізатору нараховується 20 % за класність (становить 3,96 грн./га) і 51 % соціального страхування і ін. (становить 10,11 грн./га). І тоді вся оплата праці з нарахуваннями механізатору, який працює на базовому агрегаті, становить:

$$C_{o6} = 19,82 + 3,96 + 10,11 = 33,89 \text{ грн./га.}$$

Для механізатора, який працює на агрегаті з удосконаленою сівалкою, оплата праці буде проводитися по п'ятому розряду тарифної сітки і за 1 га обробленої площі вона становить:

$$C_{O.H}^1 = \frac{291}{30,24} = 9,62 \text{ грн./га}$$

Аналогічно нараховуються всі необхідні доплати: 50 % за складність робіт (4,81 грн./га), 12 % за інтенсивність робіт (1,15 грн./га). І оплата праці з нарахуваннями буде становити:

$$C_{\text{он}}^{\text{н}} = 9,62 + 4,81 + 1,15 = 15,58 \text{ грн./га.}$$

На цю суму нараховується 51 % соціального страхування (7,95 грн./га) і 20% за класність (становить 3,12 грн./га) і оплата праці з усіма нарахуваннями для механізатора, який працює на новому агрегаті, буде становити

$$C_{\text{он}} = 15,58 + 7,95 + 3,12 = 26,65 \text{ грн./га.}$$

Амортизаційні відрахування визначаються виходячи з річних норм на відрахування від загальної вартості машини за формулою:

$$C_a = \frac{Ц \cdot \alpha}{100 \cdot Д \cdot К \cdot W_{3M}} \quad (7.5)$$

де Ц – балансова ціна машини, грн.;

Д – кількість днів роботи в рік;

К – коефіцієнт змінності.

За нормативами річна норма відрахувань на амортизацію для сівалок становить 15%. Тоді відрахування для базової машини будуть становити:

$$C_{\text{аб}} = \frac{39500 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 23,8} = 4,61 \text{ грн./га.}$$

Амортизаційні відрахування на удосконалену сівалку будуть становити:

$$C_{ap} = \frac{41600 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 30,24} = 3,82 \text{ грн./га.}$$

Затрати на ремонт і технічне обслуговування агрегату також визначається за нормативами, які становлять 15 % в рік від вартості машини.

Розрахунки проводяться за формулою:

$$C_p = \frac{Ц \cdot \beta}{100 \cdot Д \cdot К \cdot W_{3M}}, \quad (7.6)$$

де β - норма річних відрахувань.

Для базової машини затрати на ремонт і технічне обслуговування машини будуть дорівнювати:

$$C_{p.б} = \frac{39500 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 23,8} = 4,61 \text{ грн./га.}$$

Для удосконаленої сівалки затрати на ремонт і технічне обслуговування будуть дорівнювати:

$$C_{p.н.} = \frac{41600 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 30,24} = 3,82 \text{ грн./га.}$$

Витрати на паливо і мастильні матеріали визначаються по формулі:

$$C_{пмм} = Ц_{п} \cdot V_{га}; \quad (7.7)$$

де $Ц_{п}$ – комплексна ціна 1 кг палива;

$V_{га}$ – витрати палива на 1 га.

Комплексна ціна включає витрати на основне і пускове паливо, а також на мастильні матеріали і диференціюється в залежності від марки трактора і

зони застосування. Приймаємо наступні норми витрат мастильних матеріалів в % до основного палива:

- моторне масло – 11,7 %;
- трансмісійне масло – 3,43 %;
- індустриальне масло – 0,64 %;
- консерваційні мастила – 0,47%.

На сьогодні вартість на паливо-мастильні матеріали залежить від цінової політики ринку, постачальника, величини оптових закупок і т. ін. Для розрахунків приймаємо комплексну ціну 1 кг палива, яка дорівнює 56,8 грн./кг. Тоді затрати на паливо-мастильні матеріали при роботі базової машини будуть становити:

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{б}} = 3,9 \cdot 56,8 = 221,52 \text{ грн./га.}$$

При роботі агрегату з удосконаленою сівалкою затрати на ПММ будуть становити:

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{н}} = 2,86 \cdot 56,8 = 162,45 \text{ грн./га.}$$

Загальні прямі експлуатаційні затрати при роботі базового агрегату будуть дорівнювати:

$$C_{\text{б}} = 33,89 + 4,61 + 4,61 + 221,52 = 264,63 \text{ грн./га.}$$

Загальні прямі експлуатаційні затрати при роботі агрегату з удосконаленою сівалкою будуть дорівнювати:

$$C_{\text{н}} = 26,65 + 3,82 + 3,82 + 162,45 = 196,74 \text{ грн./га.}$$

Зниження прямих затрат при впровадженні розробленої машини в виробництво в порівнянні з базовим об'єктом буде становити:

$$E = C_6 - C_H = 264,63 - 196,74 = 67,89 \text{ грн./га.} \quad (7.8)$$

У відсотках економічний ефект буде становити:

$$E_B = \frac{67,89 \cdot 100}{264,63} = 25,7 \%$$

Річний економічний ефект при впровадженні розробок на площі 950 га буде становити:

$$E_p = 67,89 \cdot 950 = 64495,5 \text{ грн.}$$

При впровадженні технології в господарстві досягається економія насіннєвого матеріалу до 10%, що при нормі висіву 200 кг/га становить 20 кг/га. На площі 950 га економічний ефект від економії насіння на сівбу при його вартості 18000 грн./т становить

$$E_H = 18000 \cdot 0,02 \cdot 950 = 342000 \text{ грн.}$$

Загальний економічний ефект від впровадження удосконаленої технології і сівалки в господарстві становить:

$$E_3 = 64495,5 + 342000 = 406495,5 \text{ грн.}$$

Основні техніко-економічні показники, які розраховані в проекті, приведені в таблиці 7.2.

Окупність затрат на удосконалення технології і сівалки СЗС-2,1У визначається за формулою:

$$E_o = \frac{Ц}{E_p} \quad (7.9)$$

Таблиця 7.2 - Основні техніко-економічні показники проекту

| Назва показників | Базовий агрегат | Розроблений агрегат |
|---|-----------------|---------------------|
| 1. Продуктивність, га/год. | 3,4 | 4,32 |
| 2. Питомі витрати палива, кг/га | 3,9 | 2,86 |
| 3. Затрати праці, люд.год./га | 0,04 | 0,03 |
| 4. Прямі експлуатаційні затрати, грн./га | 264,63 | 196,74 |
| в т . ч. – оплата праці з нарахуваннями | 33,89 | 26,65 |
| - амортизаційні відрахування | 4,61 | 3,82 |
| - затрати на ремонт і ТО | 4,61 | 3,82 |
| - затрати на ПММ | 221,52 | 162,45 |
| 5. Зниження прямих затрат, грн./га | - | 67,89 |
| 6. Економічний ефект від економії насіння, грн. | - | 342000 |
| 7. Річний економічний ефект, грн. | - | 406495,5 |
| 8. Строк окупності затрат на удосконалення, років | | 0,005 |

$$Z_0 = \frac{2100}{406495,5} = 0,005 \text{ року.}$$

Аналіз прямих затрат на виконання процесу показує, що основна частка затрат припадає на паливо і мастильні матеріали, що пояснюється надто високими цінами на ринку.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Дякуючи своїм властивостям соя стала найбільш поширеною зерною бобовою культурою в світі. Розроблена нами удосконалена технологія її вирощування в умовах господарства дозволить підвищити урожайність і скоротити затрати на вирощування

2. Головна задача сівби полягає в оптимальному розміщенні насіння в ґрунті, яке забезпечує одержання найбільшого врожаю. При цьому до сівби як до технологічного процесу висуваються три основні вимоги: висів заданої кількості насіння на одиницю площі поля; рівномірне розміщення його на площі поля; загортання на відповідну (однакову) глибину в ґрунт.

3. Аналіз конструкції сівалок, які використовуються для сівби сої показав, що недоліками серійної сівалки є те, що вона абсолютно не працездатна на переущільнених або попередньо не оброблених ґрунтах, здійснює посів тільки рядковим способом, тому не в змозі створити відповідні умови для проростання насіння і розвитку рослин.

4. Розроблений пристрій для висіву насіння забезпечує підвищення стійкості ходу по глибині, поліпшення умов проростання насіння і розвитку рослин, що є важливою основою підвищення врожайності сільськогосподарських культур, яке складає 18 - 25%. Проведені розрахунки і визначені основні конструктивні параметри окремих вузлів і деталей удосконаленої сівалки.

5. Розроблені заходи з охорони праці при використанні в господарстві дозволять покращити умови праці, знизити ризики травматизму і захворювань при вирощуванні сої.

6. Результати розрахунків економічної ефективності модернізації сівалки СЗ-3,6 показують, що запровадження її у виробництво дасть змогу одержати річний економічний ефект в сумі 406495,5 грн. на одну сівалку, а затрати на удосконалення окупляться протягом першого року експлуатації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Маковей Ю. Вирощуємо сою на максимум — досвід фермерів та поради професіоналів// 12 квітня 2023. - <https://kurkul.com/spetsproekty/1437-viroschuyemo-soyu-na-maksimum--dosvid-fermeriv-ta-poradi-profesionaliv>.
2. Соя зберегла посівні площі в Україні в умовах війни і користується попитом на світових ринках//1 вересня 2022. - <https://ukragroconsult.com/news/soya-zberegla-posivni-ploshhi-v-ukrayini-v-umovah-vijny-i-korystuyetsya-popytom-na-svitovyh-rynках>.
3. Маковей Ю. Що буде з цінами на сою та які прогнози на врожай// 30 червня 2023 <https://kurkul.com/spetsproekty/1469-scho-bude-z-tsinami-na-soyu-ta-yaki-prognozi-na-vrojaj>.
4. Технологія вирощування сої під раундап в Україні на 2023// <https://agroexp.com.ua/uk/tehnologiya-vyiraschivaniya-soi-pod-raundap-ukraina>.
5. Вирощування сої як бізнес// 12/07/22. - https://tetra-agro.com.ua/news/viroshhuvannya_soyi_yak_biznes.
6. Кобець А.С., Іщенко Т.Д., Волик Б.А., Демидов О.А. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. – 84 с.
7. Механізація вирощування сільськогосподарських культур в Україні/ А.С.Кобець, О.Д.Деркач, М.І.Ролдугін, В.М.Яцук, П.М.Кухаренко, А.М.Пугач; Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет. – Дніпропетровськ, 2014. – 285 с.
8. Сільськогосподарські машини: підручник/ Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред.. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агросвіт», 2015. – 679 с.
9. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: Навчальний посібник/ Дніпропетровськ. держ. агр. ун-т. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.

10. Мізін І.А., Омеляненко І.С. Кінематичний розрахунок приводу. Методичні вказівки по курсу деталей машин. - Полтава. 2000.
11. Довідник з опору матеріалів / Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвієв В.В. Відп. Ред. Писаренко Г.С. – 2-е вид., перероб. і доп. К: Наукова думка, 1988 – 736 с.
12. Опір матеріалів/ Під заг. ред. Г.С. Писаренка, К.: Вища школа, 1973р. – 672 с.
13. Землеробська механіка. Т.2. Теоретичні основи сільськогосподарської механіки/ А.С. Кобець, А.Г. Дем'яненко, О.Ю. Береза, О.А. Гонь і ін.- Дніпро, «Свідлер А.Л.», 2022. – 712 с.
14. Машиновикористання в землеробстві /В.Ю.Ільченко, Ю.П.Нагірний, А.П. Дзолос та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка і Ю.П. Нагірного. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.
15. Гряник Г.М., Лехман С.Д., Бутко Д.А. Охорона праці. – К.: Урожай, 1994. – 272 с., іл..
16. Лешахін С.Д. Довідник з охорони праці в сільському господарстві. - К.: Урожай, 1990. - 165 с.
17. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві// Затверджені наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542.
18. Вініченко І.І, Сітковська А.О. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних робіт для студентів факультету механізації сільського господарства// Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2016. – 27 с.